

**БОК О БОК  
С КОМПЬЮТЕРОМ**



М.А. ПЕРЕГУДОВ, А.Я. ХАЛАМАЙЗЕР

# БОК О БОК С КОМПЬЮТЕРОМ



Москва  
«Высшая школа» 1987



ББК 32.97

П17

УДК 631.3

Рецензенты: д-р техн. наук, проф. А. Я. Савельев (директор НИИ проблем высшей школы Минвуза СССР); академик АН УССР Б. В. Гнеденко (зав. кафедрой теории вероятностей Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова)

**Перегудов М. А., Халамайзер А. Я.**  
П17 Бок о бок с компьютером: — М.: Высш. шк., 1987. — 192 с.: ил.

Книга в занимательной форме рассказывает об использовании компьютеров (ЭВМ) в различных областях науки, производства, быта, транспорта, торговли.

Книга рассчитана на широкие круги читателей, в том числе на студентов вузов, учащихся техникумов и ПТУ, старшеклассников.

П  $\frac{2405000000-281}{001(01)-87}$  КБ—57—23—86

ББК 32.97

6Ф7

*Научно-популярное издание*

**Михаил Александрович Перегудов  
Александр Яковлевич Халамайзер**

**БОК О БОК С КОМПЬЮТЕРОМ**

Заведующая редакцией Н. И. Хрусталева. Редактор Р. Я. Гольдберг. Младший редактор М. В. Никифорова. Художник Р. Р. Витковский. Художественный редактор М. И. Чуринов. Технический редактор Л. А. Муравьева. Корректор Р. К. Косинова

ИБ № 7086

Изд. № Стд. 570. Сдано в набор. 26.12.86. Подписано в печать 07.05.87. Т-10457. Формат 84×108/32. Бум. офсетная № 1. Гарнитура литературная. Печать офсетная. Объем 10,08 усл. печ. л. 20,37 усл. кр.-отт. 10,34 уч.-изд. л. Тираж 150 000 экз. Зак. 1772. Цена 1 р.

Издательство «Высшая школа», 101430, Москва, ГСП-4, Неглинная ул., д. 29/14.

Ярославский полиграфкомбинат Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 150014, Ярославль, ул. Свободы, 97.

© Издательство «Высшая школа», 1987



Один из важнейших факторов научно-технического прогресса — широкая компьютеризация, автоматизация и роботизация производства. Почти каждое крупное предприятие или учреждение обслуживается вычислительным центром, оснащенным компьютерами. В перспективе — широкое внедрение персональных компьютеров (ПК) не только в производство, но и в наш быт.

В Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1986—1990 годы и на период до 2000 года намечено организовать массовый выпуск персональных компьютеров, обеспечить рост объема производства вычислительной техники в 2—2,3 раза, высокими темпами наращивать масштабы применения современных высокопроизводительных электронных вычислительных машин.

Развитие цивилизации уже на ранних стадиях резко увеличило количество «деловых» бумаг — всякого рода справок, отчетов, ведомостей и т. п. Несчитанные тысячи переписчиков трудились в многочисленных канцеляриях дореволюционной России. Дальнейшее развитие цивилизации позволило освободиться от армии переписчиков. Одна машинистка с «Ундервудом» или «Ремингтоном» заменила десяток писарей. Производительность ее во много раз превысила производительность писаря с гусиным или стальным пером. Применение настольных, а затем и карманных калькуляторов намного упростило технику вычислений и оказало существенную помощь бухгалтерам, инженерам и людям других профессий.

Проделайте несложный эксперимент. Попробуйте перемножить (на бумаге!) два многозначных числа, скажем,  $234,56 \times 761,25$ . Заметьте время, отложите книжку и перемножьте столбиком.

Верно, получилось 178558,8. Сколько же времени вам потребовалось? Три минуты? Две с половиной? Совсем неплохо.

А если предстоит выполнить сотни умножений и делений? Пожалуй, за один день не справитесь. Или ошибетесь хотя бы в одном из действий — и вся работа даст неверный результат, который может оказаться еще хуже, чем никакого результата. Но при многих технических расчетах приходится выполнять десятки тысяч действий, причем одна-единственная ошибка может сделать всю работу бессмысленной. Именно поэтому некоторые задачи, решение которых в принципе давным-давно известно, до середины XX в. невозможно было привести к числовому результату из-за колоссального объема вычислений.

Арифмометры и другие вычислительные устройства, применявшиеся до середины XX в (в «докомпьютерную» эпоху), были построены на механических и отчасти на электромеханических элементах. С их помощью вычислитель успевал проделать лишь несколько действий в минуту. Если же приходилось перемножать, а тем более делить многозначные числа, то на одно действие могла потребоваться целая минута или даже больше. При этом каждое действие вычислитель выполнял отдельно.

В 1937 г. американский физик Дж. В. Атанасов, болгарин по происхождению, сформулировал принципы работы автоматической вычислительной машины на ламповых схемах и конденсаторах. Числа и операции над ними должны были представляться в двоичной системе счисления как почти во всех современных вычислительных машинах.

Вторая мировая война помешала Атанасову завершить работу над опытным образцом. Его идеи воплотили в жизнь американцы Дж. Мокли (которому, как выяснилось впоследствии, были известны работы Дж. В. Атанасова) и Дж. Эккерт. В конце 1945 г. начала действовать их первая электронная цифровая вычислительная машина (Electronics Numerical Integrator and Computer, ENIAC), содержащая почти 20 тыс. электронных ламп и 1,5 тыс. реле. За 1 с машина выполняла более 300 умножений многозначных чисел или 5000 сложений; переход от одного действия к другому выполнялся автоматически, по заранее заданной программе. Во время работы машина потребляла до 150 кВт — мощность, достаточную для работы нескольких сотен современных компактных компьютеров.

Первые электронные вычислительные машины, или, как их принято называть, ЭВМ первого поколения, в том числе и советские, созданные в начале 50-х годов под



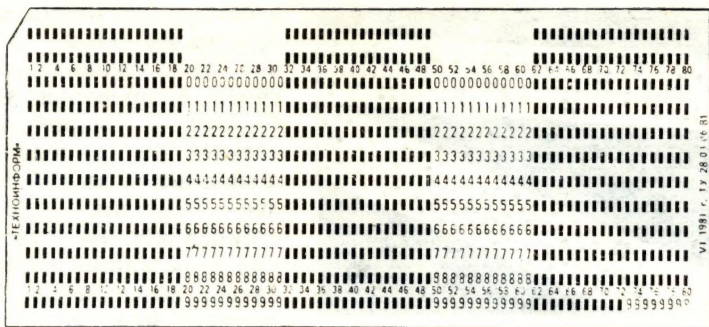


Рис. 1. Перфокарта

руководством С. А. Лебедева, были задуманы и выполнены просто как очень быстрые автоматические арифмометры. Основными пользователями первых ЭВМ были инженеры, занимавшиеся сложными расчетами, а также ученые, работавшие в области физики, механики, гидро- и аэродинамики, теории плазмы и т. д.

Например, инженер, работавший над проблемой прочности самолетных конструкций, составлял план нужного расчета. Программу выполнения действий и тестовые данные пробивали вручную на перфокартах (рис. 1) или на перфоленте (рис. 2), с помощью которых эти сведения вводились в ЭВМ. Затем начинался долгий процесс «отладки». Выявлялись ошибки, перфокарты с программой перебивались (разумеется, опять вручную), при этом могли появиться новые ошибки. Отладка тянулась неделями и месяцами. Когда все оказывалось выверенным, машина за несколько минут выдавала результат счета, который нужно было изучать и анализировать.

Компьютеры первых поколений использовались почти исключительно для вычислений. Ошибку («сбой») можно было обнаружить путем повторения вычислений или контрольной проверкой по этапам. Найти же ошибочно введенную нечисловую информацию в большинстве случаев было практически невозможно.

Машины второго поколения, появившиеся в нашей стране в начале 60-х годов, работали уже не на лампах, а на транзисторах. Они могли выполнять до миллиона операций в секунду и, главное, работали почти без сбоев. Резко уменьшились и их размеры. Типовая советская ЭВМ второго поколения «Минск-22» занимала вместе со



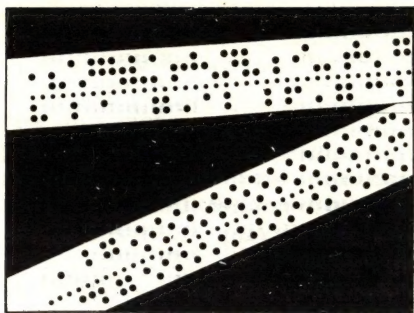


Рис. 2. Перфолента

всеми устройствами «всего» 50—60 м<sup>2</sup>. Сейчас эта машина уже снята с производства. Однако разработка «Минск-22» и появившейся вслед за ней более мощной ЭВМ «Минск-32», эксплуатация этих машин на тысячах вычислительных центров явились важными вехами в развитии отечественной науки и техники. Несмотря на

небольшую по современным понятиям скорость и малый объем памяти, ЭВМ «Минск-32» обладала всеми принципиальными возможностями современных компьютеров.

В начале 70-х годов в нашей стране появились машины третьего поколения, собранные на интегральных схемах. Работают они надежнее, а потому позволяют решать не только вычислительные задачи, но и, что гораздо важнее, экономические, в которых приходится вводить и выводить огромные массивы данных. Только на машинах последних поколений стало возможным эффективно обрабатывать и нечисловую информацию, т. е. вести поиск.

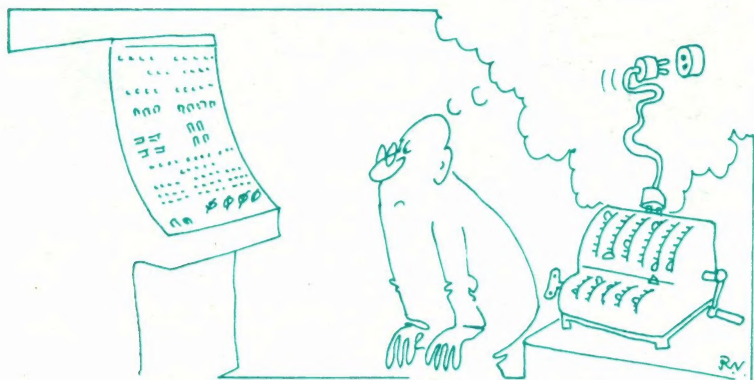
И еще одно важное преимущество имеют ЭВМ последних лет — работа в режиме «вопрос — ответ», реализующем человека-машинный диалог (примеры использования диалога неоднократно описываются в книге).

В начале 80-х годов появились персональные компьютеры, предназначенные для индивидуального использования инженерами и адвокатами, учеными и врачами, коммерсантами и журналистами. Персональные компьютеры (ПК) вместе с экраном — дисплеем, клавиатурой и печатающим устройством — принтером не превышают по размерам обычный телевизор.

Цель написания этой книги — привить читателю не столько практические навыки пользования компьютером или программирования, сколько дать глубокое понимание возможностей использования электронно-вычислительной техники в его будущей профессии и в повседневной жизни; показать это использование в конкретных профессиях, в конкретных жизненных ситуациях на производстве и в строительстве, на транспорте и в торговле.

## Часть I

### КОМПЬЮТЕР ПРОИЗВОДИТ ВЫЧИСЛЕНИЯ



Чтобы получить какое-то сообщение от человека, нужно знать хотя бы один язык, которым владеет этот человек.

Чтобы получить сведения из книги (журнала, газеты...), надо уметь читать на языке, на котором напечатан текст.

Чтобы задать вопрос компьютеру или поставить перед ним задачу, необходимо овладеть языком, на котором компьютер воспринимает вопросы и задания и дает на них ответы.

### КАК ОБЩАЮТСЯ С КОМПЬЮТЕРОМ?

Человеку, пользующемуся компьютером как инструментом, вовсе не обязательно уметь его разбирать и ремонтировать. Он должен лишь иметь доступ к устройству связи с ЭВМ — дисплею, о котором мы и расскажем. Сама же ЭВМ вместе с ее основными блоками может находиться в другом зале, в другом городе или даже на другом континенте (рис. 3).

Дисплей (рис. 4) напоминает обычный телевизор, перед экраном которого находится клавиатура, как у пишущей машинки. Экран дисплея может показывать текст, который набирается на клавиатуре, а также текст или изображение, подготовленное по программе, заложенной в компьютер.

Электронные часы с цифровой индикацией можно рассматривать как дисплей с микроЭВМ; клавиатура содержит три-четыре кнопки: установки времени, календаря,



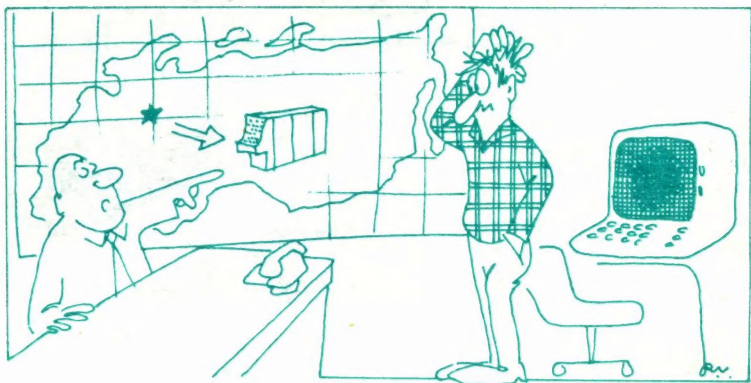


Рис. 3. Программист: «Сегодня опять высветилось «деление на нуль невозможно». Не отпустите ли меня посмотреть нашу ЭВМ?»

Начальник: «Отпустить могу, но лететь в Саратов придется за свой счет».

будильника. Экран дисплея показывает данные, вычисляемые программой подсчета текущего времени (рис. 5). Программа в часах может быть довольно сложной: высвечивание дня недели, числа месяца, учет месяцев, имеющих 31 день, високосного года, управление будильником и т. д.

Экраны дисплеев бывают различных типов. Наиболее простые дисплеи показывают лишь несколько строк тек-

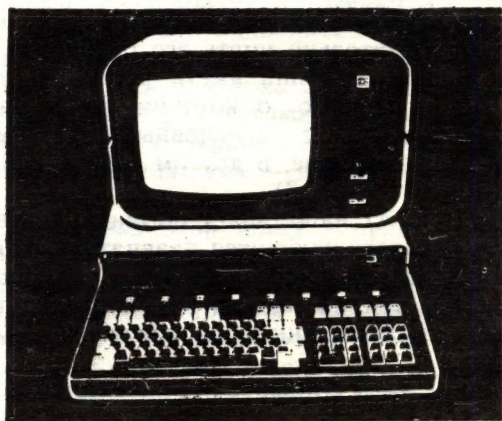


Рис. 4. Дисплей



ста с одним видом шрифта, более сложные — прописные и строчные буквы, выделяют отдельные части экрана повышенной яркостью. Некоторые модели дисплеев высвечивают изображения с текстами любого вида шрифта, выделяют отдельные элементы кадра несколькими градациями яркости и десятками оттенков цвета. Большие ЭВМ допускают присоединение к ним сотен дисплеев, за каждым из которых могут одновременно работать пользователи. А есть и совсем небольшие устройства, называемые персональными ЭВМ, или персональными компьютерами (ПК), все блоки которых размещаются в корпусе дисплея. С начала 80-х годов ПК получили во многих странах очень широкое распространение (см. раздел «Здравый смысл и дотошный компьютер»).



Рис. 5. Электронные часы

Если пользователь нажимает клавишу с изображением буквы «А», то эта буква высвечивается на экране дисплея. Однако она может появиться в правом нижнем углу экрана, а хотелось бы поместить ее в левый верхний или в центр. Чтобы вводить символы в нужное место экрана, пользуются курсором. *Курсор* — это метка на экране, указывающая тот символ (или место для символа), где появится на экране очередная буква. После нажатия клавиши введенная буква высвечивается на экране именно в том месте, на которое указывал курсор, а сам курсор передвигается на одну позицию вправо или, когда строка кончается, к началу следующей строки. Имеются специальные клавиши, позволяющие перемещать курсор вправо и влево, вверх и вниз, к началу следующей строки, к левому верхнему углу экрана.

Если вы по ошибке нажали не ту клавишу, то можно вернуть курсор на одну позицию влево. Он будет повторно указывать на только что введенную неверную букву. Если теперь нажать клавишу с нужной буквой, она появится на экране, а старая — неправильная — бесследно исчезнет. Курсор можно во время работы перемещать в любое место экрана, поэтому исправлять ошибки не обязательно сразу после набора неверного слова или буквы. На большинстве ЭВМ имеются возможности сдвигать и раздвигать слова и строки — значит, из-за пропущенной буквы или слова не приходится перепечатывать всю строку, абзац или страницу. Достаточно подвести

курсор к нужному месту экрана, включить режим «ВСТАВКА» и нажать клавишу с пропущенной буквой. Приведем пример такой правки на экране. Пусть был набран текст:

Ошбки исплавлять легко

Заметив букву «Л» вместо нужной «Р» в одном слове и пропущенную «И» в другом, пользователь подводит курсор к букве «Л» и нажимает клавишу «Р»; затем подводит курсор к месту, куда нужно вставить пропущенную букву (оба эти места мы подчеркнули\*), включает режим «ВСТАВКА», для чего имеется специальная клавиша, и нажимает клавишу «И». После этого ошибки «исчезают»:

Ошибки исправлять легко

Многие дисплеи оборудованы и дополнительными приспособлениями, например устройством типа «мышь» — корбочкой на колесиках, соединенной с дисплеем гибким проводом. Если ее катать по столу или любой другой поверхности, то в том же направлении по экрану передвигается курсор. Изменив направление движения «мыши», можно направить курсор в нужную часть экрана.

Для работы с устройством типа «мышь» необходима гладкая поверхность (например, поверхность стола), по которой «мышь» можно катать, сдвигая при этом курсор. Поэтому вместо «мыши» или дополнительно к ней некоторые разработчики дисплеев поставляют устройство joystick\*\* — рычажок, вертикально торчащий из пульта, причем этот рычажок можно наклонять во всех направлениях (рис. 6). Вместе с движением рычажка по экрану движется курсор или иной объект, в зависимости от работающей в компьютере программы.

Некоторые дисплеи имеют *световое перо* — стержень на гибком проводе (рис. 7), которым можно указать от-

---

\* На многих дисплеях курсор имеет вид такой же черточки, располагающейся под нужным местом экрана.

\*\* Этот термин пока не получил русского названия. Дословно: игрушечная палка. У летчиков: ручка управления самолетом. У специалистов по компьютерам: устройство, описанное в тексте.

дельный участок изображения на экране. Если, например, на экране высвечено меню, то указав пером на нужную строку, можно сообщить компьютеру, что именно выбрано пользователем. Без такого пера пришлось бы набирать на клавиатуре номер или название выбранного блюда, а это увеличивает возможность ошибки и снижает производительность.



Рис. 6. Джойстик

В последнее время появились дисплеи, снабженные возможностью «ТАЧ-СКРИН» (от английского touch-screen — чувствительный экран). Достаточно коснуться пальцем какой-либо части изображения на экране такого дисплея — и ЭВМ воспримет сделанный пользователем выбор (рис. 8).



Рис. 7. Два типа светового пера





Рис. 8

## Память компьютера

Объем компьютерной памяти обычно измеряют в байтах. *Байт* — это такой участок памяти, в котором можно запомнить один символ — букву, цифру, знак препинания. Это определение не совсем точно. Строго говоря, в одном байте можно хранить 8 бит — элементарных единиц информации, каждый из которых эквива-

лентен одному ответу на вопрос типа «да», «нет». Тысяча байт (точнее, 1024 байт) составляет 1 Кбайт (килобайт), 1024 Кбайт = 1 Мбайт (мегабайт), 1024 Мбайт = 1 Гбайт (гигабайт).

Возможности современных ЭВМ по запоминанию информации поражают воображение. На одной катушке магнитной ленты диаметром меньше 30 сантиметров умещаются сотни миллионов букв или цифр (сотни Мбайт). ЭВМ крупных вычислительных центров хранят в своей памяти десятки миллиардов символов (десятки Гбайт).

В конце 1985 г. японская фирма «Тосиба» приступила к разработке энциклопедий и справочников на магнитных носителях. На компактном диске памяти диаметром 12 см записывается более 300 Мбайт, или 7500 издательских листов, что составляет около сотни томов формата Большой Советской Энциклопедии. С помощью компьютерной приставки-преобразователя записанные материалы можно воспроизводить на экране обычного телевизора в сопровождении звуковых пояснений или музыки [1].

## Компьютер дает ответ

Результаты работы ЭВМ могут быть весьма различными по форме. Существуют компьютеры, непрерывно управляющие определенным производственным процессом: выплавкой стали, переработкой нефти, обработкой деталей на станке, полетом самолета или космического корабля. Говорят, что такие ЭВМ используются как управляющие машины. Раньше для этого конструировали ЭВМ специально и они не могли применяться для других целей.

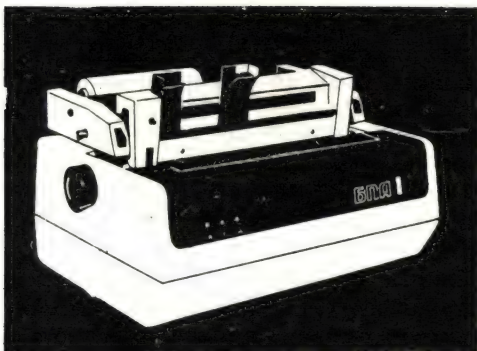


Рис. 9. Принтер

Большинство современных компьютеров могут использоваться в любых областях, т. е. являются приборами универсального назначения.

Результат работы настольного персонального компьютера, как правило, — числа или тексты, появляющиеся на дисплее. Если этот результат потребуется в дальнейшем, его печатают на специальном устройстве, которое может входить в комплект компьютера (рис. 9). Такие устройства называются *принтерами* (от английского print — печатать).

Не следует думать, что ЭВМ всегда выдает верные результаты. Как и ответы человека-консультанта, ответы машины могут быть неполными, неверными или бессмысленными. Может случиться и так, что компьютер вообще не даст никакого ответа. Во всех этих случаях чаще всего виновата не машина, а человек, задавший неверно сформулированный вопрос или составивший неверную программу, или даже тот, кто забыл закрыть форточку в машинном зале. Работникам вычислительных центров известно, что несоблюдение температурного режима может даже вывести ЭВМ из строя. Разберем возможные варианты.

1. Получен верный результат. Этот случай не требует пояснений.
2. Результат получен, но неверен. Причин этому может быть великое множество\*. Например:
  - а) неверно сформулирован вопрос;
  - б) неверно составлена программа, по которой ЭВМ вычисляла ответ;

---

\* Подробнее об этом говорится в разделе «Выдают ли компьютеры неверные результаты?»

в) неверно сработала аппаратура в ЭВМ, скажем, напечаталось неверное число вместо верного, вычисленного машиной.

3. Результат не имеет смысла. Например, требовалось решить уравнение

$$x^2 - 5x + 6 = 0 \text{ (верный ответ } x_1 = 2, x_2 = 3).$$

Если на экране дисплея появится текст

Маша ела кашу

то придется признать, что ЭВМ дала бессмысленный ответ. Причины здесь (и везде в дальнейшем, кроме последнего пункта) те же, что указаны в п. 2.

4. Сообщение об ошибке. ЭВМ может в некоторых случаях вместо ответа на заданный вопрос сообщить причину, по которой она этого ответа дать не может. Например:

а) неверно сформулирован вопрос, обращенный к машине, и она это «поняла», о чем и сообщает;

б) неверно составлена программа, по которой ЭВМ вычисляла ответ, но в этой программе предусмотрен «самоконтроль» и она еще способна понять свою ошибку. Часто вычисления организуют таким образом, что на ЭВМ выполняется одна главная программа\*. Она и выдает сообщения об ошибках в остальных программах, из-за которых не удается получить результата\*\*. В таких случаях говорят об аварийном останове в работе программы.

5. Не получено никакого ответа, но ЭВМ продолжает работать, хотя все разумные сроки уже прошли. Специалисты называют такую ситуацию «зацикливанием».

6. ЭВМ явно вышла из строя. Например, перестала гореть лампочка, отмечающая, что машина включена, или появился запах горелой изоляции.

Не следует думать, что все описанные случаи поведения компьютера происходят одинаково часто. Только новички в каждой непонятной ситуации думают прежде всего о машинном отказе или сбое. В подавляющем же большинстве случаев ЭВМ — весьма надежное средство получения верных ответов на верно сформулированные вопросы.

Особенно это относится к персональным компьютерам (ПК), которые иногда называют персональными ЭВМ (ПЭВМ). В статье [2] указывается, что согласно одному из определений «ПЭВМ — это вычислительная машина с надежностью военной аппаратуры и ценой изделия бы-

---

\* Ее обычно называют операционной системой (ОС).

\*\* Не следует огорчаться, если эта ситуация не укладывается в голове. Здесь идет речь об одном из самых трудных даже для профессионалов аспектов составления программ для ЭВМ. Достаточно понять, что хорошо запрограммированные компьютеры «знают» пределы своих возможностей.



товой электроники». Только при выполнении этих условий использование ПЭВМ экономически рентабельно.

Поэтому если вы получили от ЭВМ неправильный ответ, то причина его в неправильной формулировке задания.

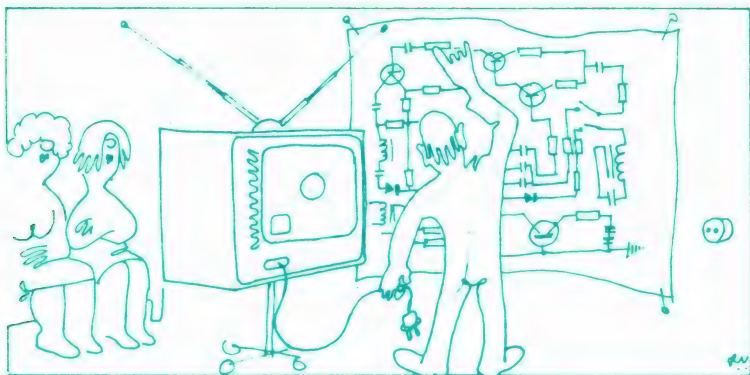
### Что такое «черный ящик»?

На каких основах построено действие компьютеров?

Рассказать коротко об устройстве электронных вычислительных машин, а тем более об устройстве машин последних поколений невозможно. Не существует на эту тему и популярных описаний, как не существует популярных описаний работы атомных электростанций: слишком глубокие знания фундаментальных наук нужны, чтобы понять такие описания.

«Однако, — возразит читатель, — курс вычислительной техники изучают теперь даже в школе; если уж каждый школьник может постигнуть эти премудрости, почему бы не рассказать о них на школьном уровне?»

Все мы с удовольствием смотрим цветные телепередачи, но едва ли каждый тысячный телезритель хорошо представляет себе принципы передачи цветного изображения. Однако недостаток этих сведений вовсе не мешает пользоваться телевизором. Так и о принципах работы компьютера — неспециалисту достаточно самых общих сведений, а возможности применения компьютера в своей профессии и в повседневной жизни должен представлять себе каждый.



— Нет, новый телевизор еще месяца два включать не буду, пока не изучу все схемы

В кибернетике давно используется так называемый принцип «черного ящика». В соответствии с этим принципом при изучении любого сложного объекта можно не задаваться вопросом о его внутреннем устройстве. Достаточно понять правила «поведения» этого объекта. Например, в Москве при наборе телефонного номера 1-0-0 можно услышать в трубке голос, сообщающий точное время. Для того, кто пользуется телефоном как «черным ящиком», безразлично, как именно реализована служба времени по телефону: отвечает ли живая телефонистка, магнитофон или электронный синтезатор речи. Принцип «черного ящика» дает возможность пользоваться самыми сложными приборами и системами, не обладая знанием об их внутреннем устройстве.

Здесь мы расскажем лишь о принципах использования электронной вычислительной техники, о тех возможностях, которые дает применение этой техники в некоторых жизненных ситуациях.

### КАК РЕАЛИЗУЮТ АЛГОРИТМЫ!

Выдающийся узбекский ученый Мухаммед бен Муса ал-Хорезми (т. е. Мухаммед сын Мусы из Хорезма), живший в IX в., был математиком, астрономом, географом... Его «Арифметический трактат», написанный по-арабски, в XII в. был переведен на латынь — язык науки в средневековой Европе. Именно по нему европейцы впервые познакомились с десятичной позиционной системой счисления, пришедшей к арабам из Индии. После этого четыре арифметических действия стали доступны не только ученым Европы, но и всем людям. А сами правила арифметических действий долго еще называли именем ал-Хорезми (по латыни *Algorithmi*), которое стало произноситься *алгоритм*. Термин, получивший широкое распространение, постепенно расширял свое первоначальное значение. Ныне *алгоритмом* называют любую точно определенную последовательность действий (не обязательно математических!), необходимых для выполнения некоторой работы или для решения данной задачи.

Изучавшиеся в школе правила сложения, вычитания, умножения, деления — алгоритмы. С их помощью можно найти сумму, разность и так далее для любых двух данных чисел (исключая деление на нуль). Можно представить себе алгоритм повседневной деятельности бухгалтера: на все случаи бухгалтерской практики предусмотрены

правила, положения, инструкции. Многие инженерные, экономические, транспортные задачи также поддаются алгоритмизации. Правда, количество действий, которые приходится выполнять для реализации некоторых алгоритмов, может оказаться очень большим, но эти действия можно поручить электронно-вычислительным устройствам, обладающим колоссальным быстродействием.

Многие правила, инструкции, записанные в воинских уставах, представляют собой подробнейшие указания, годные во всех мыслимых ситуациях. Их можно рассматривать как алгоритмы. Другие инструкции, заканчивающиеся, например, указанием «действовать по обстановке», алгоритмами считать нельзя.

Юноша зашел в телефонную будку, чтобы позвонить своей приятельнице. Он воспользуется алгоритмом пользования автоматом (точнее, его частным случаем — алгоритмом разговора со своей знакомой). Последовательность действий, из которых состоит этот алгоритм, представлена на рис. 10.

- (1) Вложить в щель двухкопеечную монету или две однокопеечных.
- (2) Снять трубку и дождаться гудка.
- (3) Услышав гудок, набрать номер.
- (4) Если ответил другой голос, попросить позвать к телефону знакомую; если сообщат, что ее нет дома, спросить, не известно ли, когда она вернется.
- (5) Если сразу ответила знакомая или ее позовут к телефону, договориться о времени и месте встречи.
- (6) В случаях (4) и (5) вести разговор не более трех минут, затем повесить трубку.
- (7) Если разговор не состоялся (номер занят или не ответил), повесить трубку и забрать монету.

Рис. 10

После всех этих действий телефон-автомат готов к следующему разговору.

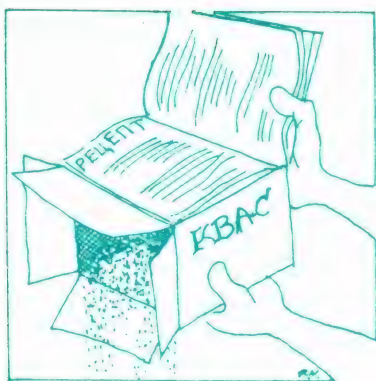
Вот по радио передают шуточную песенку. Ее можно, конечно, весьма условно считать алгоритмом постройки дома:

Что нам стоит дом построить?

- (1) Просто — вырыть котлован.
- (2) А затем приладить рельсы
- (3) И пустить по рельсам кран.
- (4) И в хорошую погоду подвести тепло и воду,
- (5) А потом, а потом начать и кончить новый дом.

Номера в скобках показывают последовательность действий, которые необходимо выполнить в процессе





строительства. Каждое из этих действий можно расчленить на более детальные вплоть до «укладывать блок с номером N на блок с номером (N-24)» или «нумеровать квартиры начиная от лестницы по часовой стрелке, а по этажам — снизу вверх».

Деятельность по готовым образцам — предписаниям, служебным правилам и инструкциям — это и есть алгоритмиче-

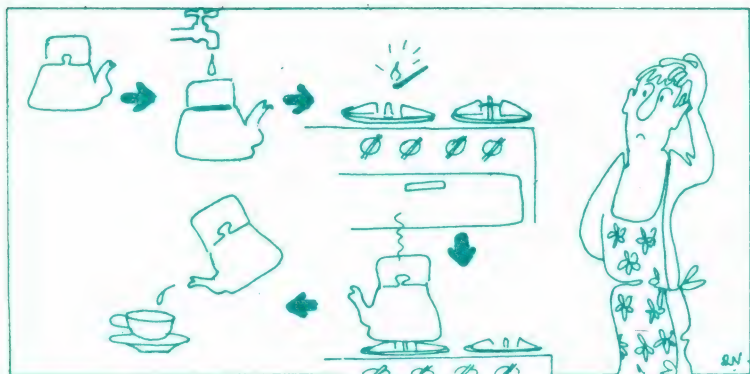
ская деятельность многих и многих рабочих и служащих.

Все возрастающая техническая оснащенность современного высокоорганизованного производства требует применения алгоритмов чуть ли не во всех отраслях и в повседневной жизни. Уже говорилось об алгоритме работы бухгалтера; можно отметить алгоритмическую деятельность ткачихи и токаря, машиниста тепловоза и билетного кассира; можно говорить об алгоритме поездки в метро и об алгоритме решения уравнения или системы уравнений, даже об алгоритме приготовления кваса.

Многие виды творческой деятельности, которая в целом не укладывается в алгоритм, содержат алгоритмические элементы: у писателя — составление плана, подбор и чтение исходных материалов, написание или диктовка отдельных кусков произведения; у актера — заучивание текста и мизансцен; у инженера — выполнение расчетов и вычерчивание эскизов. Поэтому уметь распознавать алгоритмы, расчленять их на отдельные действия и реализовывать каждое действие — важная составная часть любых знаний, умений и навыков.

Для эффективного пользования алгоритмами важно представлять себе все задание в целом и уметь разбивать его на частные задачи, на отдельные этапы, на стандартные операции, правильная последовательность выполнения которых приведет (или должна привести) к желаемому результату.

Среди математиков популярна следующая притча-задача, ярко иллюстрирующая алгоритмический способ мышления.



**Вопрос.** Имеется газовая плита, спички, водопровод, чайник. Как вскипятить чай?

**Ответ.** С помощью водопровода наполнить чайник, с помощью спичек зажечь газовую горелку, поставить чайник на газ. Через несколько минут он закипит.

**Вопрос.** Допустим, что чайник уже наполнен, газ уже горит. Как выполнить задание теперь?

**Ответ.** Выключить газ, вылить из чайника воду — и мы сведем задачу к предыдущей, решение которой уже известно.

При всей своей кажущейся нелепости эта притча имеет глубокий смысл. Если предлагаемая задача (не только математическая!) может быть сведена к другой, решение которой известно, то и предлагаемую задачу можно решить тем же способом. Возможно, что этот способ окажется не самым простым, не самым коротким, но решить задачу с его помощью можно!

\* \* \*

**Задача.** Найти площадь прямоугольного треугольника по гипотенузе  $c$  и катету  $a$ .

**Первый способ.** Учитель напоминает, что площадь прямоугольного треугольника равна половине произведения катетов. Значит, надо узнать длину второго катета. Это можно сделать с помощью теоремы Пифагора:

$$b^2 = c^2 - a^2.$$

Дальнейшее вычисление сведется к подстановке значения второго катета в упомянутую формулу для площади прямоугольного треугольника. Попутно ученики вспоминают некоторые ранее изучавшиеся формулы и теоремы. Такой способ вполне уместен при решении задач на уроке геометрии. Но на разбор задач только одного этого типа уйдет целый урок.

**Второй способ.** Учитель пишет (или диктует) последовательность некоторых действий, а именно:

- (1) Из данной длины гипотенузы вычесть длину данного катета.
- (2) К данной длине гипотенузы прибавить длину данного катета.
- (3) Умножить первый результат на второй.
- (4) Извлечь из произведения квадратный корень.
- (5) Умножить положительное значение корня на длину данного катета.
- (6) Разделить полученное произведение на 2.
- (7) Записать ответ.
- (8) Прекратить вычисления.

Последовательность действий описанного алгоритма показана на рис. 11.

Первый способ описывает решение по общепринятому правилу. Ученики могут понять и осмыслить каждое отдельное действие. Мало того, хороший ученик, конечно, помнит, что площадь прямоугольного треугольника равна половине произведения катетов, знает и теорему Пифагора и сам догадается решить задачу первым способом.

А как быть, если задачу (и не одну задачу, а серию однотипных задач) должен решить тот, кто не изучал или давно забыл школьный курс геометрии? Тому проще ничего не объяснять и не заставлять припоминать, а попросту указать второй способ — алгоритм решения задачи, последовательность действий, которая всегда приводит к нужному результату.

Полезно обратить внимание на умение четко, быстро и безошибочно (автоматически!) выполнять стандартные операции и развить соответствующие навыки. Не стоит

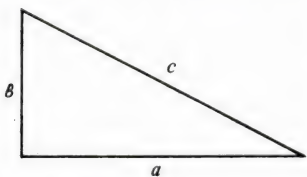


Рис. 11. (1)  $c - a$ ;

(2)  $c + a$ ;

(3)  $(c - a)(c + a)$ ;

(4)  $\sqrt{(c - a)(c + a)}$ ;

(5)  $a\sqrt{(c - a)(c + a)}$ ;

(6)  $0,5a\sqrt{(c - a)(c + a)}$ ;

(7)  $S = 0,5a\sqrt{(c - a)(c + a)}$ ;

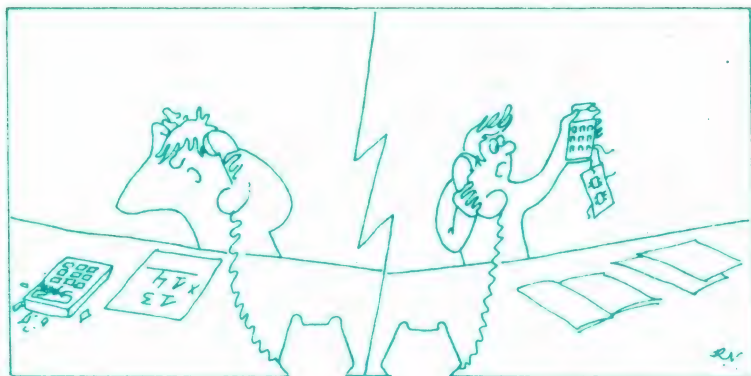
(8) STOP

тратить время и силы учащегося на перемножение пятизначных чисел или на сложение дробей с трехзначными знаменателями. Но умножение 14 на 13 или вычитание  $\frac{1}{3} - \frac{1}{5}$  должен мгновенно выполнять каждый. Устно. Безошибочно. Автоматически.

Ну, а что случится, если ученик умножит 14 на 13 столбиком? Что за беда, если он потратит лишнюю минуту или даже пять минут?

Беда, разумеется, не в потраченных минутах. Беда в том,





- Витя, умножь 13 на 14!  
— Не могу, калькулятор сломался...

что расстрачивание сил, времени, умственной энергии учащегося на выполнение элементарных действий отвлекает от размышлений над планом решения, алгоритмом задания, не позволяет сосредоточить внимание на главном, удержать в памяти последовательность действий, необходимых для решения поставленной задачи. Если алгоритм решения состоит из десятка элементарных действий и учащийся думает о выполнении каждого отдельного действия (а не выполняет его автоматически), то, даже не допустив ошибки, он нередко после третьего или после пятого действия теряет нить рассуждений и не знает, что делать дальше.

Мы уже отмечали, что алгоритмами являются только четко определенные последовательности столь же четко определенных действий. Следует заметить, что в случае алгоритмов, предназначенных для машины, довольно легко выяснить, достаточно ли четко определены как сами действия, так и должный их порядок. Машины понимают вполне определенный набор действий (команд, операторов языка программирования) и вполне определенные правила, описывающие порядок выполнения этих действий.

Если алгоритм формулируется для человека или для человеко-машинной системы (скажем, инструкция для летчика, управляющего самолетом с бортовой ЭВМ), то правильное определение отдельных действий становится очень важным.

В поваренных книгах встречаются фразы: «размешайте до нужного состояния», «добавьте щепотку красного перца» или «заправьте по вкусу». Ясно, что для начинающей хозяйки такие указания не являются алгоритмическими — это легко установят те, кого она пригласит на обед. Но для выпускника какого-нибудь кулинарного училища такие рецепты вполне однозначны и могут быть признаны алгоритмическими. Итак: действия, из которых состоит алгоритм, должны быть понятны и однозначны для машины или человека, которым надлежит этот алгоритм выполнять.

### КОМПЬЮТЕР ИЛИ СЧЕТЫ!

Под бухгалтерией, или бухгалтерским учетом, обычно понимают учет всех хозяйственных явлений данного предприятия в денежном выражении — учет денежных средств, товаров, материалов, заработной платы и т. п.

Бухгалтер специализированного магазина «Телевизоры» подготовил отчет о выручке за проданные 20 апреля аппараты и сопутствующие товары и потратил на его составление полчаса. Для составления такого же отчета на ЭВМ вначале придется разработать программу, в которую войдут правила составления отчета, данные о стоимости, количестве товара каждого вида, перевести все это на машинный язык, ввести в компьютер, затем отладить программу непосредственно на машине. В конце концов печатающее устройство ЭВМ (принтер) выдаст требуемый отчет за минуту или еще быстрее. Но на всю работу уйдут сотни человеко-часов.

Однако бухгалтер тратит на составление отчета по полчаса каждый день; кроме того, он составляет месячные, квартальные, годовые отчеты. А компьютер по той же раз и навсегда составленной программе (дополняемой лишь данными текущего дня) будет ежедневно, ежемесячно, ежеквартально, ежегодно выдавать готовые отчеты за 1 мин. Мало того, компьютер проведет и анализ работы магазина, чего бухгалтер при всем желании сделать не сможет.

Значит, для разового составления отчета применять компьютер не имеет смысла, а для многократного пользования прибегнуть к его помощи очень даже полезно. Составлять программу для одноразового вычисления синуса данного угла бессмысленно — куда быстрее вычислить этот синус карандашом. Но по той же программе можно

получить таблицу синусов всевозможных углов (скажем, через каждые 6 угл. мин. или еще более подробную), а этого карандашом с достаточно высокой точностью не сделаешь и за целый год.

### Все ли может математика?

«То, чем занимается вычислительная машина, не является математикой, но для того чтобы вычислительная машина заработала, нужны математика и математики, — пишет известный математик и педагог Г. Фройденталь в предисловии к своей книге [3, с. 10]. — И все же математик должен изучить даже ту чисто техническую сторону своей науки, которую он на практике поручил бы вычислительной машине, подобно тому как в школе нам приходится учиться писать обыкновенной ручкой, хотя быстрее печатать на пишущей машинке».

Именно по этой причине школьник должен **СНАЧАЛА** научиться хорошо считать в уме, а уж **ПОТОМ** можно разрешить ему пользоваться микрокалькулятором. Опыт, накопленный за последние годы как советской, так и зарубежной школой, показал, что если школьник, не научившись вычислять самостоятельно, начинает пользоваться микрокалькулятором, то у него неизбежно возникают трудности при дальнейшем изучении математики, при решении задач по физике, по химии...

Даже высокообразованные люди склонны преувеличивать возможности техники, природа которой им неизвестна или непонятна. Некоторые, например, считают, что математика всемогуща. Распространено также мнение, что современные компьютеры могут рассчитать все, что душе угодно. Еще бы, миллионы операций в секунду! Значит, за полчаса можно решить все школьные задачи?

Но ЭВМ — вовсе не инструмент для облегченного решения «задачек»! Однако она действительно может выполнять миллионы операций в секунду. Это **КОЛИЧЕСТВЕННОЕ** свойство порождает и новое **КАЧЕСТВО**, которое широко используется в практике машинных вычислений.

Если корабль отклонился от курса, штурман вычислит отклонение и укажет рулевому поправку. Предположим, что у штурмана есть помощник-расчетчик; вдвоем они вычислят поправку курса быстрее. Если от курса отклонился реактивный самолет, то штурман, даже с помощью



сотни расчетчиков, вооруженных арифмометрами или микрокалькуляторами, вовремя рассчитать поправку не сможет. Самолет уже закончит полет (или даже разобьется), а поправка все еще не будет вычислена. А компьютер решает эту задачу (по заранее разработанной программе) за доли секунды и сам дает приборам команду, как выправить курс.

Компьютер может проверить правильность функционирования двигателей или иных устройств и в случае обнаружения неисправности своевременно отключить их. Так, 14.07.85 г. «Правда» сообщила о предотвращении компьютером катастрофы при запуске американского космического корабля «Чэлленджер»:

«Жидкостные двигатели корабля были уже включены. Через три секунды должны были произойти зажигание твердотопливных ускорителей и отрыв корабля от стартовой позиции. Однако бортовой компьютер обнаружил неисправность в одном из трех жидкостных двигателей и выключил все три двигателя. Специалисты подчеркивают, что если бы зажигание твердотопливных ускорителей произошло, то отменить старт было бы уже невозможно. Для предотвращения пожара стартовую позицию залили водой».

Мы видим, что увеличение скорости расчета придает новое качество управлению движением самолета или космического корабля.

Такова диалектика.

Итак, компьютер имеет перед человеком преимущество в памяти, четкости, быстродействии. Но от компьютера нельзя требовать информации, которая ему «не известна», т. е. не заложена в него. Ибо компьютер не создает новой информации, а лишь перерабатывает ее и выдает в требуемой форме после выполнения ЗАДАНЫХ действий. Начальную информацию и порядок действий с ней машине должен задать человек — программист, который обязан предусмотреть все мыслимые и даже, казалось бы, немыслимые ситуации.

### В огороде — бузина, а в Киеве — дядька

Если некто сообщит, что у него в огороде растет бузина (или малина), вы вряд ли догадаетесь, что в Киеве живет его дядя (или племянница).

Если вам сообщат, что электропоезд шел со скоростью 60 км/ч и что во всех его десяти вагонах ехали

862 пассажира, вы вряд ли догадаетесь, сколько лет машинисту этого поезда.

Говорят, что подобная постановка задачи некорректна. Корректная постановка подразумевает наличие необходимых для ответа данных. Компьютер может дать решение только для корректно поставленных задач.

### А мне-то зачем компьютер?

Квалифицированный специалист любой отрасли должен сегодня понимать, чем может быть полезен компьютер в его профессии и уметь четко формулировать задачи, решение которых он хотел бы получить от ЭВМ.

...Специалист по тормозным устройствам хочет разработать новую модель конструкции тормозов. Он может получить помощь от ЭВМ, поручив ей произвести нужные расчеты. Инженеру придется либо самому научиться составлять программу требуемого расчета, либо поручить это профессиональному программисту. Компьютер выполнит по составленной программе арифметические действия, которые инженер и сам мог бы выполнить карандашом, скажем, за 50 лет, а с микрокалькулятором за год. Инженер выступает здесь в роли ЗАКАЗЧИКА, который знает, какие именно вычисления ему следует производить, но хочет, чтобы результат был получен быстрее.

После того как программа составлена, инженеру больше не придется заниматься такого рода расчетами. Для разработки новой конструкции тормоза с другими параметрами загрузить эти параметры в ЭВМ и выполнить новый расчет может даже лаборант. Использование ЭВМ для вычислений было широко реализовано в предшествующие десятилетия. Собственно вычисления не дают столь значительного эффекта, как неарифметические\* направления компьютеризации человеческой деятельности.

Но особенно резко облегчается труд конторского (управленческого) персонала; при пользовании компьютером производительность его повышается в 3—4 раза (а по некоторым оценкам зарубежных специалистов — в 7—8 раз). В самом деле, составление и редактирование всякого рода справок, деловых писем, напоминаний, извещений упрощается и сокращается; исключаются ошибки,

---

\* По определению одного из создателей теории информации К. Шеннона.

неизбежные при ручной обработке документов; тысячи машинисток освобождаются от необходимости перепечатывать «исходящие», тысячи составителей документов и корректоры — от корректирования и сверки. Наконец, сама пересылка документов может быть поручена компьютеру, который передаст компьютеру получателя нужный текст по каналам связи, минуя почту, и тем самым освободит сортировщиков, курьеров от обработки и перевозки значительной части все возрастающих объемов учрежденческой переписки (см. далее раздел «Компьютер и деловая переписка»).

### ПЕРСОНАЛЬНЫЕ КОМПЬЮТЕРЫ НАСТУПАЮТ

В начале 70-х годов писатель-юморист Б. Егоров описал в рассказе «Компьютер» [4, с. 22] научно-популярную лекцию, посвященную будущему вычислительной техники. Лектор говорил «о машинах, с которыми человек мог бы разговаривать... И это будут не громоздкие системы, а карманные компьютеры. С помощью такого компьютера инженер сможет быстро произвести расчеты, руководитель предприятия — навести справку, ученый — проверить возникшую у него гипотезу, домохозяйка — получить консультацию о состоянии семейного бюджета и о том, как поступить в той или иной затруднительной ситуации».

Действительность превзошла самые смелые мечты о будущем вычислительной техники. Во многих странах несколько лет назад начали свободно продавать персональные компьютеры (ПК), которые, правда, пока еще не умещаются в кармане, но могут быть уложены в небольшой чемоданчик или поставлены на краешек письменного стола. Уже в 1985 г. стоимость персонального компьютера, скажем, в США не превышала месячного заработка инженера. Выпускают ПК различных типов все больше, цена становится с каждым днем все ниже. Их охотно покупают адвокаты и бизнесмены, инженеры и журналисты. С помощью соответствующего программного обеспечения на ПК можно не только выполнять вычисления, но также редактировать тексты и проверять их грамотность, составлять таблицы и списки, играть в видеоигры, изучать русский язык или психологию, а за дополнительную плату — еще и получать ответы на вопросы о транспорте, погоде, биржевых курсах, спросе и предложении различных товаров или о ценах на них.



Персональный компьютер можно использовать как домашнюю энциклопедию и как сборник кулинарных рецептов — в общем, во многих предсказанных Б. Егоровым случаях и еще для сотен других целей.

«Масштабы внедрения ЭВМ в США, Японии и ряде других развитых стран действительно впечатляющи. Нет такой отрасли производства или сферы услуг, где бы новая техника ни нашла применения. Огромный электронно-вычислительный потенциал оказал заметное влияние на все стороны социально-политической и экономической жизни этих стран» [5].

Вот что пишет советский публицист Ю. Черниченко об использовании в научной работе персональных компьютеров в Америке.

«...Чудо предстало в образе пишущей машинки, стоявшей в отдельной комнате библиотеки. Библиотека была без книг и принадлежала продуктовой компании. Не было, повторяю, ни книг, ни стеллажей, ни каталогов, т. е. ящичков с карточками.

— Итак, тема вашей работы? — спросил Виктора Федоровича библиограф.

— Проблема белка.

— Языки?

— Английский, французский, русский, немецкий.

— Благодарю вас.

Библиограф сказал что-то пишущей машинке, т. е. пропечатал на клавиатуре. Машинка помолчала, словно собираясь с мыслями или сомневаясь, стоит ли выкладывать все. И вдруг как сорвалась! Понеслось! Полетело! За кареткой, летавшей слева направо, едва мог уследить глаз; широкая лента под яростный стрекот пошла заполняться названиями журналов, газет, бюллетеней, книг — да аннотации все, аннотации... Английские, французские все имена, а потом вдруг Медведев, Десятников, Овчинников, симпатичные даже в латинской транскрипции...

Электронный библиотечный мозг где-то в Калифорнии, за две трети Америки отсюда. Справка передается по телефонным проводам и стоит полтора доллара. Как три чашки кофе.

Научный сотрудник обходится дорого, не менее 20 тыс. долларов в год. Рыться в каталогах, искать пути в океане знаний нельзя позволить никому. После изобретения свечи и очков этот электронный библиофил — самый большой, пожалуй, знак уважения к читающему человеку».

Дисплей с аналогичными возможностями начали работать и в Государственной публичной научно-технической библиотеке (ГПНТБ) в Москве. На их клавиатуре читатель может набирать запросы, в ответ на которые ЭВМ высвечивает сведения о публикациях (статьях, книгах, авторских свидетельствах), относящихся к указанной теме. Одновременно могут вводить запросы до пяти читателей. При поиске информации электронный

библиограф мгновенно просматривает хранящиеся в компьютерной памяти аннотации, сверяя ключевые слова с содержащимися в запросе. Таких аннотаций в памяти ЭВМ уже к концу 1986 г. насчитывалось десятки тысяч и количество их постоянно увеличивается.

### ЗДРАВЫЙ СМЫСЛ И ДОТОШНЫЙ КОМПЬЮТЕР

Однажды некий бизнесмен подал в фирму, продающую персональные компьютеры, жалобу: он неоднократно получал на свой запрос бессмысленные ответы. К бизнесмену прибыл консультант-программист и предложил ему еще раз набрать запрос на клавиатуре. Тот набрал:

Клиенты, проживающие в Теннесси и в Кентукки

На экране сразу же появилась надпись:

Не значатся

— Вот видите? — кипятился бизнесмен. — А я точно знаю, что и в том, и в другом штате у нашей фирмы есть клиенты!

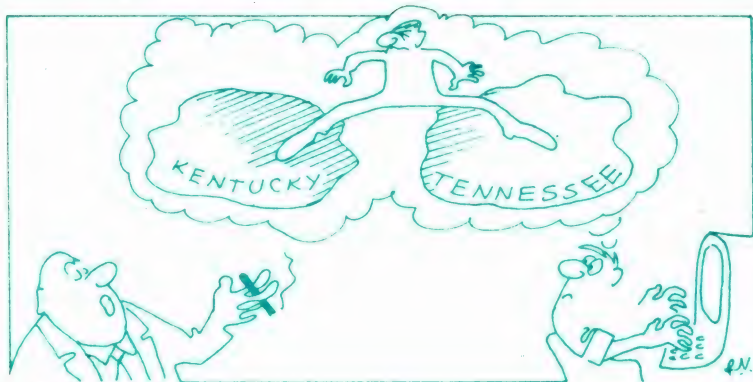
Консультант попытался было объяснить незадачливому бизнесмену, что ни один человек не может одновременно постоянно проживать и в штате Теннесси, и в штате Кентукки.

— Вы должны четко сформулировать, что именно хотите получить в ответ на ваш запрос, — терпеливо объяснял консультант.

— Перестаньте объяснять, что я хочу получить! Я хочу, чтобы в списке был каждый клиент из Теннесси и каждый клиент из Кентукки!

— Сейчас, получите этот список, — ответил консультант. — Он набрал: «...Теннесси или Кентукки». Секунду спустя на экране появились фамилии с адресами. Затем он нажал клавишу «Печать» и еще через полминуты вручил жалобщику требуемый список.

— А если вы хотите получить отдельные списки клиентов из Теннесси и из Кентукки, — продолжал консультант, — лучше набрать два отдельных запроса. — Минуту спустя компьютер напечатал два отдельных списка..



Люди думают и говорят на человеческом языке (русском, английском, немецком...), а не на языке формальной логики. Человеческий язык несравненно богаче формального — он насыщен различными оттенками, но обращаться к компьютеру на таком языке пока еще невозможно: он недостаточно однозначен. Человек, наделенный здравым смыслом (скажем, секретарь бизнесмена), сразу понял бы, что требуется список всех клиентов, проживающих в Теннесси, и всех, проживающих в Кентукки, но не тех, кто проживает и в Теннесси, и в Кентукки, т. е. сразу в двух местах.

«Трудность в том, что здравый смысл основан на знании тысяч вещей о тысячах различных свойств вещей, — считает Марвин Мински из Массачусетского технологического института [6]. «При сегодняшнем положении вещей, — говорит Джим Олбас из Национального бюро стандартов США, — если вы хотите попросить робота взять стакан со стола, то по сути дела надо сказать ему: «Поднять руку, раскрыть ладонь...»

Сделать компьютер полноправным и полезным собеседником — дело довольно трудное. Для достижения этой цели требуется улучшить умение обоих его участников вести диалог. Оценивая современное состояние исследований, можно предположить, что пройдет еще несколько десятилетий, прежде чем люди смогут разговаривать с машиной так же легко, как друг с другом.

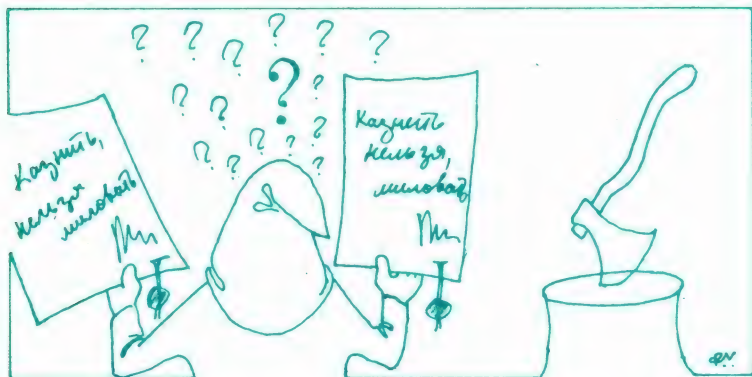


## Компьютер, действительно, слишком дотошен

- Говорят, что на прошении одного осужденного о помиловании самодержец всероссийский собственноручно нацарать соизволил:

### «КАЗНИТЬ НЕЛЬЗЯ ПОМИЛОВАТЬ»

Сердобольный царь-батюшка хотел помиловать осужденного. Но будучи не очень внимательным (или не



очень грамотным), забыл поставить запятую. Очевидно, он имел в виду:

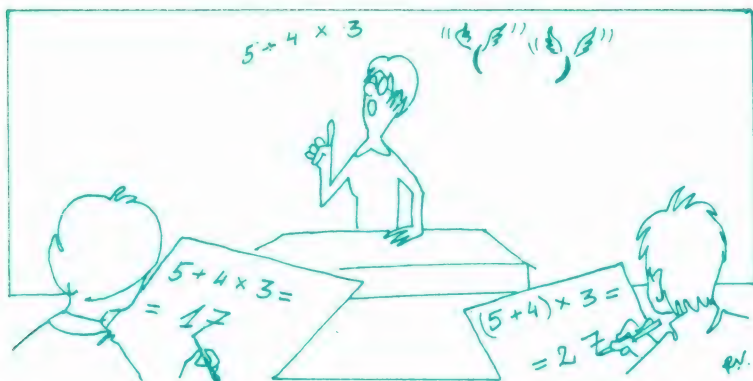
### «КАЗНИТЬ НЕЛЬЗЯ, ПОМИЛОВАТЬ»

Но тюремщики прочитали повеление так:

### «КАЗНИТЬ, НЕЛЬЗЯ ПОМИЛОВАТЬ».

И, ничтоже сумняшеся, отрубили осужденному голову.

- — Запиши на доске, — диктует учительница ученице, — пять плюс четыре умножить на три. Записала? Сколько получилось?  
— Семнадцать, — ответила ученица.  
— Неверно! — вскакивает ученик с соседней парты. — У меня получилось двадцать семь!  
Оба ученика правы! Различия в ответах связаны с тем, что учительница не сказала, надо ли умножить на три всю сумму (пять плюс четыре) или только четверку, а потом к пяти прибавить произведение (четыре на три).



А вот фраза, имеющая сразу три смысла: «Юноша встретил девушку на поляне с цветами». Догадаться, читатель, к чему здесь относится «с цветами»?

Если такая фраза встретится в художественном произведении, читатель станет думать, какой из трех смыслов имел в виду автор. Не догадавшись, отметит небрежность автора — и только. Но при описании алгоритма, при составлении программы для ЭВМ двусмысленность или даже «трехсмысленность» недопустима — машина может выполнить совсем не то, что имел в виду программист.

Одно из следствий компьютеризации — необходимость особой четкости в формулировках правил (законов, постановлений, порядка выполнения тех или иных действий). До широкого распространения компьютеров плохо сформулированные правила сразу же корректировались исполнителями: их просто переставали выполнять буквально, а делали то, что считалось необходимым. Те же правила, заложенные в компьютер, могут стать источником массы неприятностей: компьютер ведь не наделен пока здравым смыслом.

...Один человек получил в подарок ко дню рождения робота\*. Утром он проснулся и поручил роботу почистить ботинки.

— Как это сделать? — спросил робот.

— Выйди из комнаты, возьми в шкафу банку с коричневой мазью, нанеси ее на мои ботинки и растирай щеткой до блеска, — ответил владелец робота.

\* Приключения этого робота описаны по мотивам научно-фантастических произведений.

Когда вчерашний именинник вышел в переднюю, робот как раз заканчивал намазывать на правый ботинок его любимое абрикосовое варенье. На возмущение хозяйина робот резонно заметил, что координаты тела в пространстве следует указывать с точностью до размеров тела: если в передней более одного шкафа с сосудами, содержащими коричневую мазь, или более одного сосуда с разными мазями в шкафу, то... Одним словом: «Шеф, выражайтесь точнее!»

К сожалению, этот робовладелец так и не успел научиться отдавать четкие приказания. Он стер с ботинок варенье и отправился на склад школьных учебных пособий, где работал кладовщиком.

— Выбрось отсюда все глобусы, а другие предметы оставь, — сказал он роботу, входя вместе с ним в пыльное помещение.

— Какие предметы являются глобусами? — спросил робот.

— Округлые предметы, соединенные с подставкой более тонким стержнем, — ответил хозяин, предварительно осмотревшись и не увидев в кладовке больше ничего, кроме глобусов, что подходило бы под это описание.

Это были его последние слова. Робот с нечело-





веческой силой схватил его за округлую голову и выбросил из кладовки, сломав при этом «более тонкий стержень», на котором эта голова держалась. Грустная история, но поучительная.

### Счет на 00.00 долларов

Известна анекдотическая история, в которой фигурировало следующее правило для служащих энергоснабжающей компании:

«По каждому клиенту ежемесячно вычесть старые показания счетчика из новых, умножить результат на цену киловатт-часа, выписать счет. После оплаты вычеркнуть копию счета из списка. Если счет не оплачен, выписать напоминание, а если он не оплачен после этого, отключить подачу энергии.»

Но в один прекрасный день компания приобрела компьютер, для которого именно по этому правилу была составлена программа подготовки счетов. Счета печатались на автоматическом быстропечатающем устройстве вместе с адресными ярлыками. Оставалось только передать их на почту, как это делается у нас со счетами за междугородные разговоры, о которых тоже рассказано в книге. И для первого же клиента, который в течение всего месяца отсутствовал, компьютер выписал «счет» на 00.00 долларов, через месяц выслал напоминание, а через два — отключил подачу тока. Говорят, что пришлось срочно оплатить счет на вышеуказанную сумму, а затем исправить ошибку в программе. Одновременно была внесена поправка и в правило: «Если за месяц энергии потреблено меньше, чем на 00.01, то счет не выписывается, а если сумма к оплате составляет меньше одного доллара, то ее следует включить в счет следующего месяца».

Совершенно очевидно, что программист, забыв о здравом смысле, чересчур буквально заложил в программу сформулированное правило.

### Бесхозяйственность в «плановом» хозяйстве

В начале 1970-х годов, когда многие организации стали получать ЭВМ серии ЕС (Единой системы), повсеместно начали разрабатывать программы расчета зарплаты. Каждый вычислительный центр (ВЦ) готовил программу для своей бухгалтерии исходя из своих условий, своих особенностей. Многие разработчики понимали, что составленная ими программа далеко не универсальна, что

стоит незначительно измениться некоторым условиям, присущим своей организации, и программа потребует серьезной переделки или не будет работать вообще. Требовалось, чтобы программа хоть как-то работала и была готова поскорее — где уж тут думать об универсальности! А соседняя организация не могла использовать эту программу из-за своих особенностей — и тоже тратила сотни тысяч рублей на разработку собственной программы.

Но за миллион рублей можно создать хорошую программу, для привязки которой к условиям конкретной организации потребовалось бы истратить только 5 тыс. руб.

Если бы некая хозрасчетная организация создала такую программу, скажем, в 1975 г., то, продавая ее тысячам потребителей всего по 10 тыс. руб., она получила бы миллионные доходы, а каждый потребитель — хорошую программу за 15 тыс. руб. вместо плохой за сотни тысяч! Даже сегодня было бы рентабельно (в государственном масштабе!) заказать три хорошие программы по миллиону рублей каждая и продавать затем лучшую из них десяткам тысяч пользователей, скажем, по 5 тыс. руб. (с привязкой — по 10 тыс.).

— Зачем же заказывать три программы? — спросит наивный читатель. — Зачем тратить три миллиона вместо одного? И что делать с остальными двумя программами?

Три программы нужны, чтобы выбрать из них лучшую. А две оставшиеся программы — выбросить! Если экономическая эффективность одной из программ только на 5% выше, то использование ее в десятках тысяч ВЦ в течение нескольких лет — это миллионы сэкономленных рублей. Два миллиона на две выброшенные программы — своего рода страховка для получения более качественного программного изделия (ПИ). Таких убытков бояться не следует. Их даже следует... планировать.

Создание ПИ — творческий процесс, который может иногда завершиться неудачей. Делать из этого трагедии вовсе не следует. Фирма IBM\* неоднократно теряла десятки миллионов долларов, когда выяснялось, что она не может довести до конца проект, который обязалась сдать «под ключ». Эта фирма — флагман производства компьютеров и программных средств — может призна-

---

\* International Business Machines — ведущая фирма западного мира, производящая ЭВМ и программные изделия.

вать свои неудачи, учиться на этих неудачах и все же оставаться на высоте. Некоторые приемы ведения дел стоило бы позаимствовать у этой всемирно известной корпорации.

В применении компьютеров, как и во многих других областях, узковедомственный подход оборачивается порой бесхозяйственностью, бессмысленными затратами и неудобствами.

Один из московских инженеров дал бухгалтерии поручение перечислять его зарплату в сберкасса. Со следующего месяца в отпечатанных компьютером расчетных листках значилась к выдаче уже не вся сумма (как ранее), но и не нуль (как он просил); часть заработка (150 руб.) значилась перечисленной на сберегательную книжку, а остальное — 2 р. 46 к. — к выдаче. Оказывается, ЭТОЙ программе можно указать конкретную сумму, которую следует перечислить в сберкассу, но нельзя дать приказ перечислить весь заработок или, скажем, 25% его.

Другому москвичу объяснили в бухгалтерии, что ЭВМ может перечислить ему зарплату, но только в одну определенную сберкассу, а не в ту, которая расположена у его дома.

Беда, разумеется, не в том, что инженеру придется лишний раз постоять в очереди у кассы. Но такая программа откажется рассчитывать зарплату при любом изменении системы налогообложения, при введении или расширении льгот некоторым категориям работников, при изменении расценок или доплат за сверхурочные работы. Несколько лет назад, когда были установлены льготы участникам Отечественной войны (с них стали брать подоходный налог в половинном размере), многие программы расчета зарплаты вышли из строя: пользователи не умели внести коррективы, а разработчики давно уволились. Пришлось некоторым бухгалтерам снова вести расчет зарплаты для части сотрудников вручную, как много лет назад, в «докомпьютерную» эпоху...

### ЭВМ поправляет бухгалтера

Месячный оклад инженера Васильева составляет 200 руб., непрерывный стаж его работы — больше восьми лет, так что по больничному листу он получает 100%. Пока зарплату считали вручную, ему всегда, независимо от того, болел ли он в данном месяце, выписывали ровно 200 руб.



Однако после внедрения ЭВМ, когда Васильев проболеет 3 дня из 22 рабочих дней апреля 1985 г., компьютер начислил ему:

Среднедневной заработок . . . . .	$200.00 : 22 = 9.09$
За 19 проработанных дней . . . . .	$9.09 \times 19 = 172.71$
За 3 дня болезни . . . . .	$9.09 \times 3 = 27.27$
Всего начислено за месяц . . . . .	199.98

Получив напечатанный компьютером расчетный листок, инженер посмеялся, но требовать 2 коп. не стал. В бухгалтерии пытались было обвинить авторов программы в ошибке, но оказалось, что правила соблюдены программой точно, полагается считать именно так. А вот бухгалтерия вручную уже 20 лет считала неправильно, хотя проболевшему часть месяца работнику исправно начислялся его должностной оклад копейка в копейку.

В следующем месяце программа автоматически удержала с Васильева не 21 р. 20 к. подоходного налога, как обычно, а 21 р. 07 к., так как правило требует облагать налогом только полные рубли заработной платы! Тут уже бухгалтерия всполошилась: одно дело — недоплатить две копейки, а другое дело — переплатить 13 коп. Но оказалось, что и здесь программа действует по букве закона. Решение ЭВМ было оставлено в силе.

Мы видим, что иногда ЭВМ действует не так, как люди, выполнявшие ранее ту же работу. В случае со счетом на 00.00 долларов виноватым оказался разработчик программы, не сумевший четко перевести на машинный язык правила, которые существовали лишь в виде на-  
 ков живых сотрудников.

При оплате по больничному листу неправыми оказались бухгалтеры, недостаточно пунктуально выполнявшие правила до внедрения ЭВМ. Рассмотрим теперь случай, когда ЭВМ поставила людей перед необходимостью изменить правила, так как эти правила по формальным мотивам были невыполнимы.

В министерстве выдавали зарплату за прошед-



Табель на завтра

ший месяц 1-го числа. Для этого утром 30-го числа предыдущего месяца следовало иметь готовые расчеты и итоговые суммы, чтобы заказать деньги в банке. Но для получения этих результатов от ЭВМ надо хотя бы накануне иметь для ввода в нее все данные по табелю, иными словами, обладать 29-го числа сведениями о том, кто отработал (и полный ли день) 30-го числа! До внедрения ЭВМ это делалось не формально и за точность никто не отвечал, так как уже потом можно было вручную подправить сумму, выдаваемую заболевшему или прогулявшему 30-го число работнику. А для ЭВМ данные необходимо было готовить в виде строгих документов определенной формы за подписью табельщика. Табельщики отказывались до середины дня 30-го числа подписываться под данными о выходе на работу сотрудников за весь месяц. Они справедливо утверждали, что нельзя 29-го числа подавать в ВЦ сведения о работе за 30-е. А если подать эти сведения 30-го числа, то деньги не будут выплачены к 1-му числу, так как их просто не успеют заказать и получить в банке.

Администрацией было принято единственно возможное решение: выплачивать зарплату не 1-го, а 3-го или 4-го числа. До внедрения ЭВМ бухгалтерия начисляла зарплату всей тысяче сотрудников в конце месяца авансом, хотя, строго говоря, было не известно, доживет ли работник до конца месяца, а ему уже начислили полный оклад. Это, конечно, было нарушением. Правило выдачи зарплаты 1-го числа было невыполнимым и лишь внедрение ЭВМ явилось причиной его пересмотра.

### Издержки компьютеризации

Программа расчета зарплаты была составлена так, что при вычислении отпускных сумм ЭВМ работала 20—30 мин. Это время не зависело от того, отправлялся ли в отпуск один сотрудник или сразу две сотни. Конечно, это недостаток программы, но другой не было, а разработать подобную программу самим — значит затратить сотни тысяч рублей.

Из-за такого свойства программы было решено проводить расчет отпускных сумм на ЭВМ раз в неделю по вторникам: До 11 час утра в машину вводились все данные, а к обеду уже можно было получать деньги. Те, чьи отпускные записки попадали к оператору ЭВМ в 11 час 01 мин, могли получить деньги лишь в следующий втор-

ник. Обычно трудящийся согласовывает срок отпуска за 2 недели до его начала, поэтому подать вовремя данные в ЭВМ не представляет труда. Но бывают случаи, когда вопрос об отпуске решается в 1—2 дня. Не выдавать трудящемуся деньги до ближайшего вторника — нарушение закона. Поэтому авторы программы предложили сотрудникам бухгалтерии в таких единичных случаях выдавать примерную сумму вручную. Если, например, за отпуск причитается 173.26, то выдать на руки 170 или 175 руб., а в ближайший вторник сообщить об этом компьютеру, который проведет точный расчет и к следующей выдаче зарплаты удержит или доплатит разницу с точностью до копейки, приняв во внимание, что основная сумма за отпуск уже получена.

Такой порядок устраивал всех, но не расчетчиков. Избалованные электронно-вычислительной техникой, они отказались считать вручную, требуя, чтобы расчет отпуска проводился компьютером каждый день.

Руководители вычислительного центра согласились избавить бухгалтеров-расчетчиков от ручного счета при условии, что они всякий раз будут оплачивать из своего кармана стоимость 20 мин времени работы одной ЭВМ.

— Ну и оплатим! — обиделась одна из расчетчиц. — Можете вычитать хоть из моей зарплаты! Я за полчаса получаю 35 коп! Возьмите их для своей машины!

— Нет, уважаемая, придется не 35 коп., а почти 35 руб. вычитать, — уточнил начальник ВЦ. — Стоимость машинного времени этой ЭВМ составляет около 100 руб. в час. Согласны?

— Что? — опешила расчетчица. — 35 руб.? Нет, на это я не согласна. Лучше буду считать, как раньше...

В самом деле: ручной расчет отпускной суммы одного работника занимает у бухгалтера 10 мин. Компьютер





же выполняет этот расчет вдвое дольше — 20 мин, независимо от того, делается ли расчет для одного человека или для сотен людей. Впрочем, мы уже говорили, что компьютеру целесообразно поручать многократные однотипные вычисления, а не каждый расчет в отдельности.

### АЛГОРИТМ И ПРОГРАММА

Пусть требуется найти сумму  $\frac{1}{1^2} + \frac{1}{2^2} + \frac{1}{3^2} + \dots + \frac{1}{10^2}$  или иначе  $\sum_{n=1}^{10} \frac{1}{n^2}$ .

Выпишем подробный алгоритм решения задачи:

- (1) присвоить величине  $S$  значение 0;
- (2) присвоить величине  $n$  значение 0;
- (3) увеличить значение  $n$  на 1;
- (4) разделить 1 на  $n$  (например, с точностью до 0,000001);
- (5) РПД (результат предыдущего действия) возвести в квадрат;
- (6) увеличить значение  $S$  на величину РПД;
- (7) повторить операции (3) — (6) еще 9 раз;
- (8) объявить результатом значение  $S$ ;
- (9) прекратить вычисления.

Выполнить эти действия, скажем, за час — полтора может любой аккуратный пятиклассник. Если потребовать точности только до 0,001, то он справится за полчаса или даже быстрее. А если нужна сумма не 10, а 10 000 слагаемых и точность до 0,00000001? Достаточно ли просто исправить в действии (7) число 9 на 9999?

Принципиально — достаточно. Практически — бессмысленно: работа затянется на многие месяцы и вряд ли найдется человек, способный совершить ее без ошибок. Как же быть? Задачу-то решить надо!

Выход один: поручить вычисление компьютеру. А для этого придется вначале составить программу.

Приведенный алгоритм вычисления суммы, состоящий из 9 операций, написан на языке, понятном любому пятикласснику, но недоступном даже самым умным компьютерам. Чтобы вычисления по этому алгоритму могла сделать ЭВМ, необходимо изложить его на одном из понятных ей языков. Таких языков разработано великое множество и они называются языками программирования. Алгоритм, записанный на языке, понятном машине, т. е. на языке программирования, называется программой. Программа вычисления рассмотренной вы-

ше суммы, выраженная на одном из языков программирования — Programming. Language/1 (PL/1), могла бы выглядеть следующим образом:

```
N, S = 0;  
DO WHILE (N < 10 000);  
  N = N + 1;  
  S = S + 1/N/N;  
END;  
PUT DATA (S);  
STOP;
```

### ПОСТАВИМ НА ВСЯКИЙ СЛУЧАЙ ШТУК ДЕСЯТЬ...

А во всех ли расчетах нужна точность до одной сто-миллионной? Оказывается, одна и та же точность в од-них случаях хороша, в других — даже избыточна, а в третьих — совершенно недостаточна. Чтобы установить требуемую точность, следует знать, что мы вычисляем и с какой целью.

Вычислять площадь квартиры с точностью до квад-ратного сантиметра бессмысленно и, пожалуй, даже не удастся; ее выражают в квадратных метрах или, если нужна большая определенность, в квадратных децимет-рах. Площадь леса выражают в квадратных километрах или гектарах; длину и ширину кадра на фото- или кино- пленке — в миллиметрах. Если мы рассчитываем нагруз-ку на мост и хотим, чтобы по нему могли ездить двадцати-тонные машины, достаточно двух надежных цифр. Ошиб-ка может составить целую тонну, т. е. 5%, но это не страшно — при постройке моста будет принят двойной или даже тройной запас прочности. А при расчете траектории меж-

планетного корабля по-надобятся 20 или даже более надежных цифр.

Смотритель одной из пирамид в Египте говорил посетителям: «Этой пира-миде четыре тысячи и два с половиной года!» Если его спрашивали, откуда такая точность, он отве-чал: «Когда я пришел сюда работать, мне ска-зали, что ей 4000 лет, а это было два с половиной года назад!»



В задачах-расчетах, выполняемых с помощью ЭВМ, необходимо заранее установить разумную величину допустимой погрешности.

\* \* \*

Когда мы проектируем водоснабжение высотного жилого дома, можно задать примерную потребность (для известного количества жильцов) в горячей и холодной воде и соответственно подобрать количество насосов и их производительность. Если проектировщики полагают, что жильцам может потребоваться не более 3000 л воды в час, то чересчур точное задание этой величины может привести к курьезу. А слишком большой запас, скажем, набор насосов, подающих 6000 л в час, будет неоправданно дорогим.

Несколько лет назад в вычислительном центре Моспроекта составляли программу решения задачи подбора насосов для горячего водоснабжения многоэтажного дома. По заданным величинам давления и производительности следовало выбрать три-четыре насоса из нескольких десятков типов, выпускаемых промышленностью. Для каждого типа насосов были заданы производительность (л/ч), давление, цена, расход электроэнергии и т. д.

После выполнения многих миллионов операций (за несколько минут) компьютер выдал результат: никакая комбинация насосов данных типов не удовлетворяет поставленным условиям (как у незадачливого бизнесмена, описанного выше). Отчаявшиеся программисты обратились за советом к начальнику соседнего отдела — опытному инженеру, решавшему подобные задачи еще в «докомпьютерную эру».

Предложенные инженером насосы обеспечивали пиковую нагрузку 3000 л/ч, а техническое задание требовало 3060 л/ч. Естественно, что компьютер не мог выдать такую рекомендацию: она не обеспечивала выполнения технического задания.

Электронно-вычислительная машина подобна исполнительному служаке. Она признала бы годной только такую комбинацию насосов, которая обеспечит производительность строго не меньше заданной и запас не больше допустимого избытка (было установлено 5%). А точно таких насосов промышленность не выпускает.

- Как же быть? — спросил программист. — Как считать дальше?
- Ну задайте допуск и в меньшую сторону процентов на 5—



10, — посоветовал инженер. — Такая точность для жилого дома вполне достаточна. Не станут же в самом деле все жильцы сразу стирать или купаться!

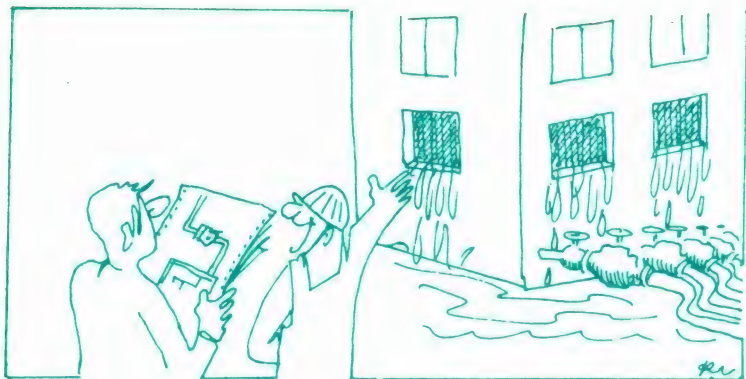
— 5—10? — переспросил программист. — Но тире машина не понимает!

— Ну так сделайте «не больше 5%», — раздраженно ответил инженер. — Или сделайте в пределах 10%. Не все ли равно?

И программисты, посоветовавшись с водоснабженцами, установили для дальнейших расчетов по горячей воде допуск в пределах  $\pm 8\%$ .

\* \* \*

Однако у этой истории было и весьма курьезное продолжение. Просматривая проектную документацию, представитель заказчика добрался до рекомендаций компьютера о составе насосов для горячего водоснабжения.



Поставим на всякий случай насосов десять!

— Значит, вы рекомендуете четыре насоса? Ах, вот такого типа! А у нас есть другие, вдвое мощнее. Поставим, пожалуй, не четыре, а на всякий случай штук десять... Хватит? Как вы думаете, без горячей воды не останемся?

Да, разумеется, хватит. Но установка десяти насосов вместо необходимых четырех (да еще вдвое большей мощности!) на несколько десятков тысяч рублей удорожит строительство, а расход электроэнергии на их работу заставит ценить горячую воду чуть ли не на вес золота...

К сожалению, описанный случай, сводящий на нет все выгоды применения компьютера, далеко не единичен.

Молотком можно забивать гвозди или наносить увечья. Нож может находиться в руке хирурга или в руке грабителя. Не является исключением и компьютер. Его использование также может приносить и пользу, и вред. Возможно, например, сознательное злонамеренное\* использование компьютеров; может принести вред и ошибочный результат, полученный при самых благих намерениях. Разберем сначала, откуда берутся у «сверхточных» ЭВМ ошибки.

### Может ли компьютер ошибаться?

Если ЭВМ выдает неверный результат, то причины могут быть различными.

Может быть неверно или неполно подготовлена исходная информация. Когда компьютер используется для составления ведомости на выдачу зарплаты, то в него следует своевременно вводить все изменения в окладах. Если приказом, изданным 16 марта, одному из инженеров повышен оклад, эту информацию надо ввести не позже конца марта. Иначе в первых числах апреля, когда будет подсчитываться заработок этого инженера за март, ЭВМ выдаст неверные результаты исходя из прежнего значения оклада. Это может произойти из-за *неполных* исходных данных в памяти ЭВМ.

Если требуемые данные ввести вовремя, но указать новый оклад не 180, как в приказе, а 170 руб. в месяц, то результаты тоже будут неправильными, но уже из-за *неверной* исходной информации. Подобный же пример (неудовлетворительный ответ компьютера из-за неверно сформулированного вопроса) описан в разделе «Здравый смысл и дотошный компьютер».

Неверные результаты могут быть следствием ошибок в программе. Если в приказе на вычисление по заданной формуле вместо плюса поставить минус, то и ответ, скорее всего, будет ошибочным. Такие ошибки в программах обычно живут недолго — их быстро обнаруживают и исправляют. Однако встречаются и гораздо более тонкие ошибки; они могут обнаруживаться через многие годы бесперебойной работы программ.

Приведем пример программной ошибки, описанный в

---

\* См. раздел «Компьютер-обманщик и компьютер-спаситель».

книге одного из руководителей фирмы IBM Дж. Фокса [7, с. 232]:

«В 1965 году приведение космического корабля «Джемини-5» произошло в 100 милях от расчетной точки. Причиной была ошибка при программировании. Следовало учесть в программе количество дней, часов, минут и секунд с момента запуска и, принимая Солнце в качестве неподвижного центра, рассчитать положение Земли в этой инерциальной системе. Программист выбрал более короткое решение, ошибочно считая, что по отношению к Солнцу Земля каждые 24 часа занимает одинаковое положение. Поэтому он исключил из рассмотрения число дней полета. Это было бы правильно, если бы Земля вращалась только вокруг собственной оси, но она вращается еще и вокруг Солнца. Понятно, что ЭВМ в этой ошибке совсем не виновата.»

В журнале «В мире науки» [8] рассказано еще о нескольких неудачах, связанных с ошибками в аппаратуре и в программном обеспечении ЭВМ.

Третьего июня 1980 г. североамериканская служба ПВО сообщила, что на США движутся ракеты. Это сообщение было вызвано неисправностью в компьютере, выдавшем ложные сигналы. Если бы работчики программ, обрабатывающих такие сигналы, предусмотрели возможность именно такого отказа аппаратуры, ложный сигнал тревоги мог и не появиться.

Во время Фолклендского конфликта\* английский эсминец «Шеффилд» был поражен самонаводящейся ракетой. Его радиолокационные системы обнаружения ракет были запрограммированы таким образом, что ракеты типа Exocet они принимали за свои, хотя такие ракеты были и на вооружении противника. В результате система обнаружения не среагировала на сигналы головки самонаведения неприятельской ракеты Exocet, что привело к гибели корабля.

Зарегистрирован случай вынужденной временной остановки пяти атомных реакторов, так как в программе, по которой проводились испытания их устойчивости к землетрясению, использовалось арифметическое среднее нескольких переменных вместо среднего квадратичного, т. е.

$$\sqrt{\frac{x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_n^2}{n}}.$$

При реальных испытаниях системы ПВО на одном из крейсеров американского флота эта система не смогла сбить 6 из 16 целей из-за ошибок в компьютерных программах управления боем.

19 июня 1985 г. команда американского космолана многоцелевого использования (шаттла) должна была развернуть свой корабль так, чтобы зеркало на его борту могло отражать луч лазера, находившегося на горе высотой 10 023 фута. Навигационная система пыталась

---

\* Вооруженное столкновение между Аргентиной и Великобританией по поводу Фолклендских (Мальвинских) островов, в 1982 г.



развернуть шаттл так, чтобы принимать луч с вершины несуществующей горы высотой в 10 023 морские мили над уровнем моря. Это произошло из-за того, что один из пары взаимосвязанных компонентов программно-аппаратного комплекса передавал высоту в футах, а другой — интерпретировал эту величину в милях.

Самыми трудно устранимыми являются ошибки в программах, которые могут проявиться только в очень редких случаях. Показательны в этом отношении результаты первых попыток запуска шаттла. Программное обеспечение этого корабля состоит примерно из полумиллиона строк, написанных большим коллективом разработчиков. Корабль не смог оторваться от земли из-за нарушения синхронизации всех его компьютеров. Оказалось, что программная ошибка, явившаяся причиной неудачи, была внесена при исправлении другой ошибки, обнаруженной двумя годами раньше, и могла проявляться в среднем только в одном из 67 полетов.

В журнале «Компьютерный мир» рассказывалось об одной довольно дорого обошедшейся ошибке\*. При вводе данных палец оператора случайно задел не ту клавишу, и автомобиль «Форд», принадлежащий одному из граждан, стал стоить не 950, а 7.000.950 долларов! А если обладаешь таким дорогим имуществом, нужно платить большой налог. Налог составил 290 тыс. долларов. Когда ошибка обнаружилась, эта сумма была уже включена в бюджет города. Владелец автомобиля получил счет на 290.000 долларов, но платить не стал. Причиной ошибки следует считать, конечно, не неверно нажатую клавишу, а плохую программу, автор которой не позаботился о достаточно мощных процедурах контроля входных данных.

В октябре 1971 г. тот же журнал сообщал, что из-за одного пропущенного во входных данных символа ЭВМ составила неверное расписание занятий. Для нескольких классов средней школы в штате Массачусетс была одновременно указана одна и та же комната. А впоследствии сотрудники школы заявили, что ничего не знали, пока не прочли об этом в прессе.

Важно отметить, что в каждой отдельно взятой программе исправленная однажды ошибка никогда более не появляется. Это принципиальное отличие компьютерных программ от самой аппаратуры ЭВМ или любых других приборов; замена неисправного элемента отнюдь

---

\* Этот и следующий пример приводятся по [9].

не гарантирует бесконечно долгую работу этого элемента (и всего прибора) в будущем. Именно поэтому удастся создавать весьма сложные программные комплексы, содержащие в сотни и тысячи раз больше элементов, чем самые сложные приборы.

Ошибки могут быть также следствием неверной работы оборудования — аппаратные ошибки. Если в память машины на одном из этапов работы программы заложено на хранение число 12, а при востребовании из памяти этого числа оно прочлось как 11, то и дальнейшие результаты будут скорее всего неверными. Возможен также случай, когда из-за такой ошибки результат не будет получен совсем — процесс решения задачи на ЭВМ будет аварийно прекращен (об этом говорилось в разделе «Как ЭВМ выдает результат»). Однако разработаны мощные методы борьбы с аппаратными ошибками и их последствиями: повторные вычисления с автоматическим сравнением результатов, хранение нескольких экземпляров данных с целью защиты от искажения и много других способов, о которых можно прочесть в специальной литературе. Скажем только, что современные ЭВМ и их программы весьма надежно защищены от аппаратных ошибок, хотя цена средств такой защиты составляет значительную часть общей стоимости компьютерных систем. Поэтому среди реально встречающихся случаев выдачи компьютерами неверных (или никаких) результатов доля тех, что порождены аппаратными причинами, составляет ничтожный процент. В ошибочных ответах ЭВМ виноваты, как правило, люди.

### Компьютер-обманщик и компьютер-спаситель

В романе Артура Хейли «Менялы» автор, хорошо знающий финансовую сторону жизни США, описывает использование компьютеров в американских универмагах и банках. Его героиня, прогрессивный адвокат Марго Бреккен, рассказывает о судебном деле, которое она возбудила против крупного универмага, обвинив его в систематическом обмане покупателей.

Отпечатанные компьютером месячные счета, как правило, были на несколько долларов больше, чем следовало с покупателя. Если покупатель жаловался, ошибку объясняли тем, что машина допустила опечатку. Впрочем, редко кто обращал внимание на незначительное завышение суммы; обычно платили безоговорочно...

— Когда люди видят сумму, отпечатанную компьютером, они относятся к ней более доверчиво, нежели в том случае, если эту сумму называет человек, — рассказывает Марго друзьям. — Все уже знают, что компьютер не может ошибаться. Но не все знают, что он может быть сознательно запрограммирован на ошибку... Магазин украл таким образом десятки тысяч долларов, и я докажу это в суде!..»

В другом месте А. Хейли говорит об использовании в финансовых расчетах кредитной карточки. Это небольшой кусочек пластика, который владелец носит с собой вместо наличных денег. Предъявив карточку, можно купить товары в любом магазине, а банк оплатит покупку. Однако если остаток вклада на текущем счете владельца оказывается меньше стоимости покупки, то банк как бы дает ему в долг (разумеется, в каких-то пределах, разных для каждого клиента), а потом взыскивает долг с большими процентами и компенсацией за услуги банка.

Приведем отрывок из беседы вице-президента банка с Марго Бреккен.

«...Алекс вернулся к прерванному разговору:

— Если клиенты будут сразу же оплачивать счета по своим кредитным карточкам, то мы никаких процентов с них не возьмем.

— Но кто же может позволить себе такую роскошь! — возразила Марго. — Большинство оплачивает ваш процент!.. Они платят по этим счетам гроши, а остальное висит у них на шее в качестве долга банку. И на этом долге вы наживаете свои ростовщические проценты.

— Допустим, — согласился Алекс. — Но ведь банки должны получать свой приварок...

Кредитные карточки были шагом на пути к созданию централизованной электронно-вычислительной системы для банковских операций».

...Вице-президент банка, отвечающий за безопасность, договорился с неким Майлсом, проштрафившимся когда-то сотрудником: тот постарается проникнуть в шайку гангстеров, занимающихся также и подделкой карточек, чтобы выяснить, кто, где и как совершает эти подделки. Затем вице-президент, опасаясь непосредственной встречи с Майлсом, приезжает к его приятельнице Хуаните и оставляет для Майлса конверт с кусочком пластика. Хуанита рассматривает содержимое конверта.

«...Это оказалось кредитной карточкой. Компьютер, хранящий в своей памяти номера всех проданных карточек, запрограммирован так, что владелец, предъявивший ее где угодно, может произвести покупку на сумму до ста долларов...

— Скажите ему, чтобы он купил что-нибудь подороже, больше чем на полсотни, тогда магазин наверняка запросит подтверждение по телефону».

Майлс должен был сделать покупку и предъявить карточку, если возникнет угроза разоблачения (гангсте-



ры уже убили одного осведомителя банка) и он не сможет незаметно уйти.

«...Работа в контрольном центре по кредитным карточкам была в разгаре. Обычная смена — пятьдесят операторов — дежурила в большом зале. Один оператор только что получил сигнал, что в магазине, куда забежал Майлс, спасаясь от гангстеров, предъявлена известная уже карточка. Но для данного оператора это был один из тысячи подобных сигналов, поступающих в течение дня...

Сигнал поступил на пульт оператора. Тот нажал клавишу и проговорил к микрофон:

— Сообщите ваш регистрационный номер!

Продавец назвал номер, и оператор набрал его на клавиатуре своего пульта. Номер сразу же появился на экране.

— Номер карточки и срок годности?

Продавец ответил. Оператор набрал и этот номер.

— Сумма, на которую сделана покупка?

— Девяносто долларов сорок три цента.

Щелчок. Компьютер принял информацию, за какую-то долю секунды прошелся по своей памяти и выдал ответ: «Одобряется». Однако следом на экране появилось указание:

Оператору: тянуть время!

Замедлить подтверждение продавцу.

В этот же момент на экране старшего дежурного появилось сообщение:

Срочно! Тревога!

Регистрационный номер 7416984

Немедленно осуществить меры

по инструкции номер 17!

Сигнал тревоги не часто появлялся на экранах, но когда это случалось, вступала в действие стандартная схема, которую знал каждый оператор. Главное было тянуть время, замедлить ответ продавцу. В прошлом таким образом не раз были пойманы убийцы, спасен человек, которого собирались похитить, сохранены ценности искусства и так далее. А все потому, что компьютер вовремя бил тревогу.

Старший дежурный немедленно доложил вице-президенту, отвечающему за безопасность, и приступил к исполнению инструкции номер семнадцать...»

Мы не будем цитировать роман дальше. Отметим лишь, что в первом из описанных выше случаев компьютер был сознательно запрограммирован жуликами на обман; во втором же он помог выиграть время для поимки ничего не подозревавших преступников и спасти жизнь доверенному агенту банка.

Многие зарубежные фирмы продолжают совершенствовать карточки для электронной обработки и стараются сделать возможным их многоцелевое использование.

Одна из американских фирм объявила о создании «разумной карточки» (SMART CARD). Это пластиковый прямоугольник, в который встроены компьютерная логика и блок памяти. Его можно использовать как электронный замок, универсальную кредитную карточку, личную

карточку пациента поликлиники и для многих других целей. Согласно утверждениям производителя карты имеют защиту против незаконного использования, так как внутренняя память хранит специальные коды, определяемые держателем карты. Поэтому карты могут использоваться только владельцами; подделать их практически невозможно.

Поставщик, производящий также и устройства для чтения и записи информации на активированные в картах микропроцессоры, надеется, что банки, рестораны, магазины и авиакомпании начнут устанавливать у себя такие устройства по мере того, как «разумные карточки» будут завоевывать признание клиентов.

Получение материальных благ станет возможным не только без наличных денег, но и без какого-либо удостоверения личности, которое с успехом может заменить описанная карточка.

Отобрав в магазине товары, покупатель вставит в щель контрольно-кассового аппарата свою карточку. На дисплее кассира загорится запрос пароля. Им может быть буквенно-цифровой код, например «ASN53». Если карточку предъявит не ее законный владелец, а вор, он не будет знать, что делать дальше. Хозяин же знает, что нужно, например, поменять местами первую и третью буквы слова, а вместо средней поставить номер текущего дня недели, последние же две цифры просто сложить и добавить сегодняшнее число. Поэтому он тотчас сообщит кассиру отзыв: «N7A35» (дело происходит в воскресенье 27 сентября 1992 года). Если даже вор стоит за спиной, все запоминая, а потом украдет карточку, то он не будет знать, как действовать дальше, так как в следующем магазине запрос будет дан в форме «TK7 4 7» и угадать верный ответ «77T 38» вряд ли возможно.

Если карточка все же попала в руки даже вместе с угаданным или подсмотренным паролем, то централизованная компьютерная служба (которая должна обслуживать сеть банков, магазинов, ресторанов, предприятий транспорта и др.) очень быстро «вычислит» злоумышленника и сообщит полиции его местонахождение. Новое поколение компьютеров позволяет сделать это без участия сложной диспетчерской службы, описанной в романе А. Хейли.

В начале раздела отмечено, что каждый инструмент может принести и пользу, и вред — в зависимости от того, в чьих руках он находится. В печати неоднократно

сообщалось о все усиливающейся электронной слежке, которой подвергаются трудящиеся в странах капитала. Публиковались фотографии удостоверений личности, вводимых в ФРГ. «Стоит вложить такую карточку в полицейский компьютер, он немедленно ответит на все интересующие власти вопросы: не участвовал ли данный гражданин в антивоенных демонстрациях? не отличается ли радикальными убеждениями? не является ли, упаси боже, коммунистом?! Данные будут десятилетиями накапливаться в электронном досье охраны», писала газета «Советская Россия» [10].

Всякий раз, делая покупку или расплачиваясь за услугу, обладатель кредитной карточки посвящает компьютер в те или иные подробности своей частной жизни. По закону такие сведения не должны использоваться против индивидуума, но в мире, где все продается и покупается, конфиденциальная информация не является исключением.

Если служащий подписался на коммунистическую газету, оплатив подписку предъявлением кредитной карточки, это вероятнее всего станет известно его нанимателю. Факт приобретения лекарства от тяжелой болезни при электронной оплате может быть причиной увольнения, если о недуге узнает босс.

### Всегда ли компьютер нужен?

Люди, мало знакомые с применением компьютеров, могут подумать, что возможности ЭВМ поистине безграничны. Именно к такому выводу подводят неискушенного читателя некоторые буржуазные средства массовой информации, на все лады восхваляющие «компьютерный рай», ожидающий обывателя в недалеком будущем. В самом деле, целесообразность применения ЭВМ для замены людей в выполняемых ими сегодня действиях может и должна подвергаться тщательнейшему анализу. То же следует сказать и об использовании компьютеров для тех целей, которые до появления ЭВМ не ставились вообще.

Подробное обсуждение того, чего не могут и не должны делать компьютеры, имеется в единственной, пожалуй, в своем роде книге [11] видного специалиста в области информатики, профессора Джозефа Вейценбаума (Массачусетсский технологический институт — МТИ).

Еще в 1966 г. Вейценбаум разработал программу



«ЭЛИЗА», с помощью которой ЭВМ могла вести беседу на английском языке. Собеседник-человек печатал свои реплики на пишущей машинке, соединенной с ЭВМ, а машина, управляемая программой «ЭЛИЗА», анализировала переданные ей сообщения и печатала ответы на той же машинке.

Приведем (в переводе с английского) фрагменты двух диалогов, которые были проведены с «ЭЛИЗОЙ». Первый пример заимствован из [11]. Заметим, что программа «ЭЛИЗА» знаков препинания не ставила.

**Пациентка:**

Все мужчины одинаковы.  
Вечно они донимают нас то  
тем, то другим  
Ну, например, мой друг заставил  
меня прийти сюда  
Он говорит, что я почти все время  
чем-то подавлена  
Это верно, я несчастна

Мне нужна помощь, уж в этом  
я уверена

Возможно, я научилась бы как-то  
ладить с матерью  
Моя мать заботится обо мне

Отец  
Вы чем-то напоминаете мне  
отца

Вы не очень настойчивы, но,  
по-моему, вам бы не хотелось,  
чтобы я это замечала  
Вы не спорите со мной

Вы меня боитесь

Мой отец боится всех

Задирь

**Компьютер:**

В чем?  
Можете ли вы привести конкретный  
пример?  
Ваш друг заставил вас прийти  
сюда?

Мне прискорбно слышать, что  
вы чем-то подавлены  
Полагаете ли вы, что ваш приход  
сюда поможет вам не  
быть несчастной?

Какое значение имела бы для  
вас эта помощь, если бы вы ее  
получили?

Расскажите мне о вашей семье

Кто еще из вашей семьи заботится  
о вас?

Ваш отец  
В чем вы видите сходство?

Почему вы думаете, что я не  
очень настойчив?

Как вы думаете, почему я не  
спорю с вами?

Приятно ли вам думать, что я  
вас боюсь?

Что еще приходит вам в голову,  
когда вы думаете об отце?

Имеет ли это какое-нибудь отношение  
к тому, что ваш друг заставил  
вас прийти сюда?

( — — — )

Второй фрагмент взят из беседы одного из авторов с копией программы «ЭЛИЗА», хранящейся в памяти ЭВМ Объединенного института ядерных исследований в Дубне. Там автора усадили за дисплей и предложили вести беседу по-английски с неизвестным собеседником. Характерно, что никто не счел нужным спросить, вла-

деет ли автор английским. Это было бы так же неприлично, как осведомиться у медика, знаком ли он с латынью. Объясняться по-английски, а по темам, связанным с информатикой, вести достаточно свободную беседу, стало практически обязательным для компьютерных профессионалов любой страны.

Автор:

Здравствуйте. Мое имя — Михаил. Кто вы?

Я — программист.

Я — мужчина, который работает с компьютерами.

Компьютер:

Меня зовут ЭЛИЗА

Расскажите о себе подробнее

Так именно потому, что вы — мужчина, вы и пришли ко мне?\*

Вейценбаум пишет, что он пережил серьезное потрясение после распространения сведений о программе «ЭЛИЗА», или о «Докторе»\*\*. Некоторые практикующие психиатры всерьез поверили, что «Доктор» может перерасти в полностью автоматизированную форму психотерапии. Секретарь самого Вейценбаума, бывшая в течение долгих месяцев свидетельницей работы над программой и твердо знавшая, что «Доктор» — это всего лишь несколько сотен строк в памяти ЭВМ, начала с ним разговаривать. Через некоторое время она стала стесняться делать это при свидетелях, а когда шеф заметил, что нетрудно после сеанса общения с программой получить распечатку протокола всего диалога, обвинила его в том, что это равнозначно попытке шпионить за самыми сокровенными мыслями людей. Многие люди после кратковременного знакомства с «ЭЛИЗОЙ» считали, что эта программа демонстрирует понимание машиной естественного, т. е. обычного человеческого языка\*\*\*. Это объясняется сравнительно просто: люди переносили на программу человеческие мерки. А так как невозможно представить себе человека, способного имитировать «ЭЛИЗУ», но для которого ее языковые способности являются пределом, то всякий собеседник, способный вести подобные беседы, кажется людям вполне понимающим то, что ему говорят.

---

\* Ответ «ЭЛИЗЫ» вызван тем, что ее собеседник владеет английским далеко не блестяще. Автор ошибочно набрал: «A man who works with computers», используя для обозначения человека-программиста существительное «man», означающее в данном контексте «мужчина».

\*\* Под таким названием программа стала известна в Массачусетском технологическом институте.

\*\*\* Задача, которая вряд ли будет решена в будущем.

Вопрос о том, все ли следует поручать вычислительным машинам, многогранен. Особенно это относится к тем областям, где и без компьютеров не особенно ясно, каким именно способом следует находить решение, приводят ли эти способы к поставленным целям и достойны ли сами цели того, чтобы к ним стремиться. Как пишет Вейценбаум, «человеку, проваливающемуся в люк, вряд ли станет легче, если он сможет падать быстрее и эффективнее». Существуют, например, программы вычисления гороскопов, избавляющие составителя таких предсказаний от утомительных рутинных вычислений. Но если сама астрология бессмысленна, то и в компьютеризованном ее варианте смысла не больше.

Вейценбаум ставит четкий вопрос: «Есть ли предел тому, что могут, должны и будут делать вычислительные машины?» и отвечает на этот вопрос тщательно аргументированным «да».

В самом деле, существуют области, куда вход компьютерам должен быть закрыт, даже если бы они и могли имитировать человека во всех отношениях (чего они в действительности не могут). Существует несколько причин, по которым ЭВМ не может удовлетворительно решать задачи, с которыми хуже или лучше справляются люди.

Во-первых, есть ряд вопросов, на которые никакая ЭВМ не сможет найти ответа за конечное наперед заданное время. Вот один из них: закончится ли когда-нибудь на определенной ЭВМ выполнение конкретной программы или оно будет продолжаться неопределенно долгое время?

Во-вторых, имеются проблемы, о которых точно известно, что ЭВМ может их решить за конечный период времени. Но этот период настолько велик, что практически задачи такого рода на ЭВМ решать нельзя. Один из примеров — задача нахождения наилучшего хода в определенной шахматной позиции, т. е. задача научить ЭВМ безошибочно играть в шахматы. Квалифицированный программист может за день-два написать программу для ЭВМ, которая будет перебирать абсолютно все варианты развития шахматной партии и методично отсекал те ходы, которые ведут не к самой лучшей позиции. Точно известно, что такая программа всегда найдет самый лучший ход в любом самом запутанном положении фигур, но сделает это она за столько миллиардов лет (на компьютере любой мыслимой произ-



водительности), что всерьез писать такую программу никто и не станет.

В-третьих, глобальному применению ЭВМ мешает тезис «Люди знают больше, чем могут выразить». Чтобы человек заставил ЭВМ выполнять вместо себя какое-то действие, следует это действие описать. В общем случае, проблема «что мы можем заставить компьютер сделать» — это проблема «каким знанием мы можем этот компьютер снабдить». Представим себе, что некто имеет подробнейшую карту города с надписями на вполне понятном языке. Согласитесь: это не то же самое, что знать город. Точно так же умение изложить правила игры в шахматы не есть умение играть в шахматы. Квалифицированный шахматист знает о шахматах больше, чем может выразить словами.

И наконец, существуют цели и намерения человека, которые не подходят для того, чтобы возлагать их на вычислительные машины, независимо от того, насколько успешной имитации человека можно было бы при этом добиться. К этой категории Вейценбаум относит, например, предложения соединить с компьютером зрительную систему и мозг животного, а также все проекты, предлагающие заменить вычислительной системой осуществление людьми функций, связанных с межличностными отношениями, пониманием и любовью. Человеку, говорится в [11], свойственны некоторые функции, для замещения которых не следует привлекать компьютеры. И не потому, что это технически неосуществимо. Уважение, понимание, любовь — это не технические задачи.

Особого рассмотрения заслуживают вопросы использования компьютеров в таких областях, где это может привести к необратимым или не поддающимся точной оценке побочным эффектам. Если не доказана необходимость для людей решения соответствующих задач и невозможность решения их иным способом, то от применения в них компьютеров следует воздерживаться. Заинтересованному читателю можно посовето-



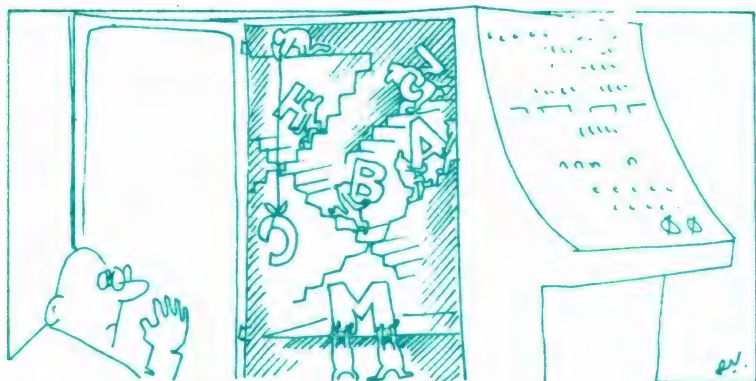
вать обратиться к книге [11], где подробно рассказывается об использовании компьютеров в Пентагоне во время войны во Вьетнаме (и о сознательном обмане правительства и народа США с помощью этих компьютеров), о миллионах долларов, затрачиваемых в Америке на создание компьютерных систем, способных вместо людей осуществлять прослушивание телефонных разговоров и т. д.

Итак, компьютеры не могут, не должны и не будут заменять человека во всем.

«Отдайте же человеку человеческое, а вычислительной машине — машинное. В этом и должна, по-видимому, заключаться разумная линия поведения при организации совместных действий людей и машин. Линия эта в равной мере далека и от устремлений машинопочклонников, и от воззрений тех, кто во всяком использовании механических помощников в умственной деятельности усматривает кощунство и принижение человека» (цитируется по предисловию к [II, с. 13]).

## Часть II

### КОМПЬЮТЕР ОСУЩЕСТВЛЯЕТ ПОИСК



Мы говорили главным образом о том, как ЭВМ обрабатывает числовую информацию. Еще больший эффект от использования компьютеров можно получить при обработке информации, записанной в нечисловом виде, например текстов или изображений. Имеются устройства, позволяющие непосредственно вводить в ЭВМ человеческую речь.

Компьютер сразу же преобразует и текст, и изображения, и даже звуки в числа, как правило, в комбинации всего двух цифр — нуля и единицы. Но для тех, кто пользуется результатами работы, это не имеет значения: результаты будут выданы в привычной для человека форме.

В этой части книги рассмотрим различные примеры обработки компьютерами нечисловой информации.

## ЧТО ТАКОЕ ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ?

Для решения задачи на ЭВМ до самого последнего времени использовался подход, который можно назвать инструктивным. Компьютеру давали (на одном из понятных ему языков) указания, какие именно действия над имеющимися данными нужно выполнить, чтобы получить требуемый результат. Так, для решения квадратного уравнения надо, чтобы в машину заранее была введена программа, предписывающая выполнить над его коэффициентами определенные действия. Если через год понадобится решить другое квадратное уравнение, то придется снова диктовать машине последовательность нужных



арифметических операций. Обычно такие последовательности оформляли в виде стандартных программ, так что для решения новой аналогичной задачи достаточно дать приказ типа: «Делай то, что записано в библиотечной программе номер 253». Но сама ЭВМ не могла «догадаться» по внешнему виду задачи, что ее решение уже содержится в хранящейся в машинной памяти библиотечной программе.

Другой подход предполагает, что компьютер постепенно накапливает знания о том, как следует решать те или иные задачи (частично это делалось уже давно), а также о том, как определить тип задачи, поставленной перед машиной. Можно сказать, что до сих пор в ЭВМ вводили программу решения нужной задачи, а теперь строят компьютеры, способные воспринимать саму формулировку проблемы, уточнять ее в процессе диалога с человеком и находить решение, используя ранее накопленную библиотеку программ. Этот подход, связанный с так называемыми компьютерами пятого поколения и *базами знаний*, является одним из основных направлений исследований в области искусственного интеллекта.

Академик Г. С. Поспелов, председатель Научного совета по проблеме «Искусственный интеллект» (ИИ), утверждает, что основной задачей ученых следует считать теперь не разработку отдельных изделий, а пополнение машинных баз знаний новыми фактами, теориями, методами расчета и т. п. А система управления базами знаний (СУБЗ) сумеет свести воедино данные, полученные не только в смежных, но и в далеких областях науки и техники, чтобы в создании новой конструкции учесть весь накопленный потенциал. Эта точка зрения кажется еще убедительнее, если вспомнить, что многие нетривиальные результаты были получены как раз на стыках разных областей знаний.

Один из примеров, поясняющих применение машинных накопленных знаний, имеется в разделе «Компьютер в белом халате». Там рассказано, как ЭВМ сделала предположение о диагнозе, пользуясь знаниями об атмосферных изменениях и знаниями о том, как такие изменения влияют на самочувствие.

Работы по ИИ приближают нас ко времени, когда компьютер сможет не только решать задачи по нашим заданиям, но и будет приспособлен к работе в контакте с человеком, владеющим лишь азами компьютерной грамотности. Поэтому новые машины должны кроме памяти,

скорости и надежности обладать достаточной интеллектуальностью, т. е. способностью понимать и быть понятыми.

Тем, кто интересуется проблемами ИИ, можно посоветовать прочитать статью [12], где подробно освещаются состояние и перспективы исследований в этой области.

### ИПС «КАДРЫ»

ИПС — это информационно-поисковая система, как правило, реализуемая с использованием ЭВМ. С помощью ИПС человек может успешно ориентироваться в потоках информации, объемы которых значительно превышают возможности невооруженного мозга.

Примером ИПС может служить система учета кадров на крупном предприятии — так называемая АСУ «КАДРЫ». В память компьютера вводятся необходимые справочные сведения о каждом сотруднике. Система ежедневно корректируется: дополняется сведениями о приеме на работу и увольнениях, об изменениях фамилии, семейного положения, должности, оклада и т. д. По мере надобности эта система может выдавать списки, ведомости, справки. Скажем, справку — список сотрудников, имеющих детей в возрасте от 7 до 15 лет, понадобившуюся при комплектовании пионерского лагеря (табл. 1).

Таблица 1

Сегодня 10.04.89 г.

#### Список сотрудников, имеющих детей в возрасте от 7 до 15 лет

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Цех, отдел	Должность	Оклад	Количество детей
1	Астафьев И. П.	14	Техник	140	2
2	Гаврилова Н. А.	09	Бухгалтер	115	3
3	Данилова Л. В.	11	Сборщица	160	1

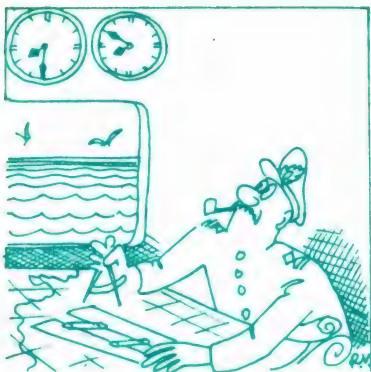
На составление кадровой справки средней сложности (по запросам вышестоящих организаций, для статистического управления и др.) три-четыре работника отдела кадров могут потратить по два — четыре рабочих дня. При

этом обычно допускаются ошибки. А оператор компьютера, сделав запрос, получает справку за несколько минут и, конечно, без ошибок. Печатающее устройство компьютера изготовит требуемое количество экземпляров справки — значит, не придется загружать машинисток. Но необходимо, чтобы все изменения в структуре кадров немедленно вносились в память ЭВМ.

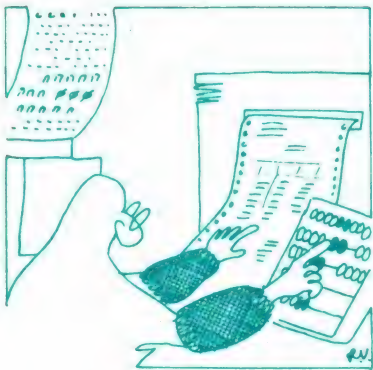
«Никогда не берите на корабль два хронометра, — предупреждали опытные мореплаватели в начале XIX века. — Берите один или, если есть возможность, три, но не два».

И все же иногда сведения о личном составе предприятия дублируются: отдел кадров ведет свою картотеку. При этом неизбежно нарушается адекватность систем. Иначе говоря, сведения в памяти ЭВМ не совпадают со сведениями ручной картотеки. В памяти ЭВМ значится «инженер Сидоров», а в картотеке он уже давно «старший инженер Сидоров». Последнее изменение еще не успели ввести в компьютер, хотя с момента издания приказа о повышении в должности и в окладе прошло несколько месяцев. Именно поэтому бухгалтерия не может пользоваться ведомостями, выдаваемыми компьютером, их приходится корректировать тем же сотрудникам отдела кадров...

Самый простой выход — уничтожить картотеку. Память ЭВМ и программа обращения к ней должны стать единственным источником информации о структуре кадров. Сидоров должен считаться инженером до тех пор,



Штурман: — Не пойму, то ли мы на 28-м градусе западной долготы, то ли пересекаем 33-й?



Доверяй, но проверяй!



пока в ЭВМ не введут нужную поправку и она в ответ на запрос не выдаст справку о его повышении в должности. А в бухгалтерской ведомости, печатаемой на той же ЭВМ, именно с этого дня будет изменена его зарплата.

— А вдруг ЭВМ «забудет» какие-то сведения? — опасается дотошный кадровик или бухгалтер. — На бумаге как-то привычнее...

Мы можем успокоить недоверчивых. Исчезновение сведений из памяти компьютера куда менее вероятно, чем пожар в отделе кадров предприятия или кража картотеки из бухгалтерии.

Работники торговли, общественного питания, транспорта и некоторых других сфер должны периодически проходить медицинское обследование. Контроль за его своевременностью требует от администрации постоянных и весьма значительных трудозатрат. ИПС «КАДРЫ» может ежемесячно или даже ежедневно выдавать списки сотрудников (с указанием цеха, отдела, табельного номера...), которым необходимо в течение данного периода пройти медосмотр. На получение списка, содержащего сотни фамилий (с указанием даты последнего медосмотра), оператор ЭВМ затратит 10—20 мин.

Если эти данные нужны для того, чтобы дать устное распоряжение о необходимости работникам таким-то пройти медосмотр, то список не надо даже печатать. Целесообразно «попросить» ЭВМ просто высвечивать ежедневно на дисплее секретаря список тех, кому пора отправляться к медикам. Если организация большая и направление на обследование в ней полагается оформлять приказом по цеху (отделу, лаборатории), то компьютер может выдать на печать готовые проекты приказов.

#### Приказ № ....

Для очередного прохождения медосмотра 25.07.87 г. явиться в заводскую поликлинику следующим сотрудникам цеха № 15:

ФИО	Должность	Дата последнего медосмотра
Иванов А. А.	Ст. инженер	12.07.85 г.
Петров Б. Б.	Сварщик	10.08.85 г.
Васильев В. В.	Такелажник	22.06.85 г.
.....	.....	.....

ЭВМ напечатает приказы для каждого цеха в отдельности, не перепутав, где кто работает, как кого зовут и когда он был у врача. Кроме того, если какие-то сотрудники в данное время находятся в командировке, отпуске или болеют, то в памяти ЭВМ содержатся все необходимые данные об этом. Она пропустит соответствующие фамилии в приказе, но не забудет вновь включить их в аналогичный приказ по окончании болезни, отпуска или командировки. Лишь очень немногие секретари-люди способны безошибочно выполнять такую простую, казалось бы, но весьма кропотливую и неблагодарную работу.

### КОМПЬЮТЕР — ЭТО НЕ ТОЛЬКО АРИФМЕТИКА

Только в первой половине сентября в Главном управлении было издано более ста приказов, распоряжений, указаний. А 20 сентября начальник Главка созвал совещание работников, ответственных за их исполнение.

— Мне сообщили, что Стройтрест № 7 перебросил своих рабочих на другой объект, — заявил он. — А все потому, что до сих пор не составлена и не утверждена смета.

— То есть как это не составлена? — возразил его заместитель. — Я еще позавчера утвердил не только смету, но и премии за ее составление.

Рабочих вернули на объект. Строительство продолжалось, хотя и со значительным отставанием от графика.

Представим себе, что в Главке действует информационно-поисковая система, осуществляющая оперативный контроль за исполнением приказов. Каждый приказ (распоряжение, указание) вводится в память компьютера в виде строки (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

#### Приказная документация Главного управления

Номер приказа	Дата	Исполнитель	Срок исполнения	Контролирующие
5237	26.05.86 г.	УКС*	20.11.86 г.	Васин А. Б.
6571	12.06.86 г.	Петров И. В.	18.09.86 г.	Васин А. Б.
6589	19.06.86 г.	Сурков М. Н.	25.10.86 г.	Фомин Ю. Л.
8764	16.04.86 г.	Галкина И. А.	05.12.86 г.	Васин А. Б.
8193	04.06.86 г.	ХОЗУ**	01.11.86 г.	Фомин Ю. Л.

\* УКС — управление капитального строительства;

\*\* ХОЗУ — хозяйственное управление.

Еженедельно (или с другой периодичностью) система печатает карточки-напоминания:

Тов. Сурков М. Н.!

Сегодня, 22 октября, срок выполнения приказа 6589 истекает через три дня, 25 октября.  
Не забудьте сегодня доложить руководству Главного управления о ходе выполнения этого приказа.

Каждый исполнитель после фактического выполнения приказа сообщает об этом системе оперативного контроля; соответствующая строка немедленно вычеркивается из памяти ЭВМ.

По мере надобности система выдает списки исполнителей, не выполнивших приказов, срок действий которых истек (истекает завтра или через любое заранее заданное число дней). Контролирующий получает сведения только по «своим» приказам.

Такие системы (их называют АСУ — «КОНТРОЛЕР» или АСКИД — автоматизированная система контроля исполнения документов) действуют во многих организациях, принося немалую пользу. Но случается, что после отчета о вводе системы в действие ее предупреждения и напоминания выбрасывают в корзину. Или, наоборот, исполнив приказ, забывают сообщить об этом компьютеру. И вся система превращается в бессмысленную трату сил и средств.

Чтобы система действительно контролировала исполнение, необходима жесткая дисциплина: каждый сотрудник должен своевременно исполнять все, что от него требуется. За сам факт появления справки о просрочке (даже при условии, что распоряжение уже выполнено или отменено, но компьютер об этом «не знает») исполнитель должен получать взыскание.

### ЭВМ УСТАНОВЛИВАЕТ ОЧЕРЕДЬ НА ХОЛОДИЛЬНИКИ

На острове Окантрос пока еще не хватает некоторых товаров, в том числе бытовых холодильников, которые, если учесть тропический климат, пользуются повышенным спросом. Гражданам острова приходится записываться в очередь на холодильники и ждать, пока она подойдет, месяцами, а то и годами.

Планирующие органы государства решили навести в очереди порядок, чтобы каждый записывающийся сегодня получил холодильник не позже тех, кто запишется завтра. Для этого о каждом очереднике в память компью-



тера ввели необходимые сведения: фамилия и имя; номер удостоверения личности; адрес хижины (бунгало); дата записи; тип желаемого холодильника; порядковый номер в очереди.

Сведения о поступающих в продажу холодильниках также заносятся в компьютер, который ставит их в соответствие ближайшим очередникам и еженедельно выдает магазинам списки (табл. 3).

Т а б л и ц а 3

Сегодня 14 марта года дракона

Магазин № 37

**Холодильники типа «Пингвин-6»**

№ п/п	Фамилия, имя	Удостоверение личности	Дата записи	Порядковый номер очереди
1	Мамба Вамба	026741	15.3 года быка	03456
2	Нумба Юмба	030762	16.3 года быка	03459
...	.....	.....	.....	.....

Одновременно компьютер печатает извещения с приглашением явиться с 15 по 25 марта года дракона за холодильником. А 26-го числа список возвращается из магазина с отметкой о продаже, после чего компьютер вычеркивает из очереди купивших холодильник и распределяет невыкупленные среди следующих очередников.

По запросам торговой инспекции печатаются сведения о числе записавшихся (спросе), о движении очереди, о количестве холодильников каждого типа, выявляются лица, записавшиеся в течение трехлетнего срока вторично... Любой гражданин за небольшую плату может получить копию такого списка. Таким образом любопытство населения в достаточной мере компенсирует затраты на организацию очереди. В каждом магазине вывешиваются напечатанные компьютером списки купивших холодильники за последний месяц и 50 ближайших очередников. Записаться в очередь можно в любое время без всякой очереди, заполнив карточку и заплатив за письмо-извещение.

Казалось бы, все на острове должны быть довольны справедливой очередностью. Но старейшины касты пра-



вителей, пользовавшиеся давними связями с руководителями торговой фирмы «Пингвин», не могли теперь получать холодильники для себя и своих родственников вне очереди. Были отмечены попытки проникнуть в помещение вычислительного центра и нарушить функционирование системы. После этого пришлось установить охрану ВЦ и впервые на острове ввести пропускную систему.

Тогда старейшины вошли в соглашение с иностранной фирмой «Рефрижератор» и половину поступавших из-за границы холодильников стали распределять по запечатанным папирусам правителей. Движение очереди замедлилось. Появились недовольные. Пришлось дать неофициальное разъяснение, что, скажем, двоюродному племяннику заместителя руководителя округа не пристало записываться в очередь вместе с простыми смертными. После этого остальные граждане стали ждать более терпеливо. Впрочем, некоторые пытались доказать свое родство с сильными мира сего, но каста правителей всячески стремилась сохранить замкнутость. Жители острова, которым невмогуту было жить в тропиках без холодильника, стали покупать подержанные холодильники у тех, кто по папирусам получал новые.

Конечно, остров Окантрос — вымысел. Но этот рассказ должен убедить читателя в том, что, во-первых, с помощью компьютера довольно просто обеспечить гласность и справедливость ведения очереди. А во-вторых, если общество мирится с нарушением справедливости, то никакой компьютер сам по себе восстановить справедливость не сможет.

#### КОМПЬЮТЕР ДЛЯ БИЛЕТНЫХ КАССИРОВ

Недалеко от Комсомольской площади в Москве стоит высокое современное здание. В нем разместилось несколько учреждений МПС, в том числе мощный информационный центр системы «Экспресс», с помощью которой москвичи

и гости столицы покупают железнодорожные билеты.

Рабочие места сотен московских кассиров оборудованы устройствами для связи с ЭВМ (рис. 12). Когда клиент просит у кассира два взрослых и один детский до Кишинева, то такой запрос мгновенно передается в центральный компьютер. ЭВМ проверяет, имеются ли свободные места на нужный поезд. В ее память заложены сведения обо всех отправляющихся поездах, о количестве и категориях (мягкие, купейные) мест. Билеты начинают продавать за 45 дней до даты отхода поезда. В этот день



Рис. 12. Рабочее место билетного кассира

ЭВМ автоматически заводит в своей памяти большую таблицу с «клеточками» для каждого места в каждом поезде, который отправится в путь через полтора месяца. Все клетки пока пусты, так как ни одного билета еще не продано. Но вот поступило сообщение от кассира № 157: нужно три места до Кишинева. Кассир вставляет в электрическую пишущую машинку, управляемую компьютером, пустой бланк билета и дает сигнал готовности. Компьютер заставляет машинку заполнить бланк — впечатываются номер и категория поезда, время и дата отправления, номер и тип вагона, номер места и цена билета. В это же время ЭВМ отмечает в своей памяти, что данное место продано через кассу 157.



БУ № 514882				ПРОЕЗДНОЙ ДОКУМЕНТ				ВЦ ЭКСПРЕСС			
ПОЕЗД		ОТПРАВЛЕНИЕ			ВАГОН		ЦЕНА		колич. челов- век	срок год- ности	ВИД ДОКУМЕНТА
№	шифр	число	месяц	часы	мин.	№	тип	руб.			
144	БЦ	03.08	23.50	06	П	0018.00	01	--			БИЛЕТ
МОСКВА ЯР-СВЕРДЛОВСК (20002-27000)											
МЕСТА 031											
382 310 А1 0184396 300786 1234 ММ03М79											
Н-18.50											

Билет, выданный системой «Экспресс»

Если все мягкие и купейные места проданы, а простая плацкарта клиенту не нравится (или, скажем, он не хочет брать верхнее место), кассир может по просьбе клиента запросить у ЭВМ билет на другой поезд, где, возможно, остались желаемые места. Бывалый пассажир сразу попросит кассира сделать комбинированный запрос, указав несколько вариантов в предпочтительном порядке. Пример подобного запроса приведен в табл. 4.

Понятно, что такое использование ЭВМ делает абсолютно бессмысленной попытку обратиться в соседнюю кассу, если в одной кассе уже выяснилось, что билетов на нужный поезд нет. Кроме того, автоматизация продажи билетов имеет и другие существенные преимущества. Практически исключены «двойники». ЭВМ просто не допустит повторной продажи билета на одно и то же место. Исключены случаи отказа в продаже билетов, если в поезде есть свободные места. В конце смены кассир может запросить у ЭВМ общую стоимость проданных им сегодня билетов и мгновенно получить ответ, освободившись от рутинной работы по суммированию рублей и копеек.

Если поездка отменяется или переносится, билет сдается в кассу, и кассир сообщает об этом машине. ЭВМ сразу убирает из соответствующей клетки своей необъятной памяти пометку «продано». Если через секунду на другом конце города кассир запросит билет на тот же поезд, машина может предложить именно это место.

Попробуем подсчитать примерные параметры памяти и скорости, которые должен иметь компьютер, управляющий продажей билетов в таком городе, как Москва.

Время дня, час. мин. сек	События, происходящие начиная с 12 час 05 мин 00 сек 08 июня 1986 г.
12.05.00,00	Поступил запрос от кассира 157: два купейных до Кишинева на 20.06.86. ЭВМ просматривает память в поисках данных (около 0,05 с)
12.05.00,02	Поступил комбинированный запрос от кассира 85: одно купейное до Киева на поезд 1 на 13 июня; если на этот поезд мест нет, то на поезд 41. ЭВМ приняла заявку, но занята еще выполнением предыдущей
12.05.00,05	ЭВМ нашла подходящие места 11 и 12 в вагоне 5 поезда 47 до Кишинева. Кассир 157 уже заложил в машинку бланк и нажал кнопку «Готово». ЭВМ посылает в его пульт нужные данные (меньше 0,001 с) и может обслуживать другие заявки. Машинка кассира впечатывает в билет данные (около 3 с). ЭВМ начинает поиск места в поезде 1
12.05.00,10	ЭВМ выяснила, что мест на поезд 1 на нужное число нет, нашла свободное место на поезд 41 (около 0,05 с) и отправила на пишущую машинку приказ печатать (меньше 0,001 с)
12.05.03,42	Сигнал об окончании печати первого билета у кассира 157. ЭВМ отмечает в своей памяти факт продажи билета
12.05.11,29	Запрос от кассира 58...
12.05.11,34	ЭВМ отправила приказ о печати билета на пульт кассира 58...
12.05.16,07	Кассир 157 заложил в машинку бланк для второго билета, нажал кнопку «Готово». ЭВМ посылает на его пульт приказ о печати второго билета. Это отняло у ЭВМ меньше 0,001 с...

Пусть ежедневно отправляется 250 поездов, в каждом из которых в среднем по 800 мест. На 45 дней это потребует 9 млн. «клеточек» в памяти машины. Если считать, что кассы работают в среднем по 12 часов в день, продавая за это время 200 тыс. билетов, то в час ЭВМ должна обрабатывать около 17 тыс. запросов, т. е. тратить на продажу каждого билета доли секунды. Может показаться, что ЭВМ «не справится» — ведь даже самая быстрая электрическая пишущая машинка не сумеет за секунду напечатать билет. А если еще клиент задумается или кассир замешкается, вставляя в машинку бланк...

Однако компьютеру совсем не обязательно простаивать, ожидая «медлительную» пишущую машинку или еще более нерасторопных (по сравнению с ЭВМ!) людей.



Хронологическая запись событий в системе ЭВМ — кассиры может выглядеть так, как показано в табл. 4.

На обслуживание каждой заявки, даже если запрошено сразу несколько мест, ЭВМ тратит около 0,1 с, хотя от начала обслуживания до окончания оформления билета и отметки об этом в памяти машины проходят десятки секунд. Это позволяет

компьютеру одновременно обслуживать сотни кассиров.

За 17 неполных секунд, начиная с 12.05.00,00, ЭВМ в нашем примере обслуживала трех кассиров, но затратила на обслуживание меньше чем полсекунды, а остальное время простаивала в ожидании дополнительных заявок. Хорошей аналогией может служить жонглирование несколькими предметами. Рука жонглера касается каждого подбрасываемого шарика лишь на краткий миг, а всю остальную часть пути шарик проводит в воздухе самостоятельно. В нашем же случае медленные компоненты системы — люди, пишущая машинка для печати билетов — также способны действовать самостоятельно в течение нескольких секунд после получения от ЭВМ данных, на выработку которых она тратит миллисекунды.

Экспериментальная автоматизированная система «Экспресс-1», сердцем которой служила специально приспособленная для этой задачи электронно-вычислительная машина, начала работать в 1972 г. Каждому кассиру автоматически указывалось по его запросу конкретное место (поезд, номер вагона и места), на которое он может продать билет. Количество билетов-двойников и свободных мест в поездах резко уменьшилось. Однако система была еще не очень совершенной; это были лишь первые опыты.

В 1982 г. первые 30 касс были включены в систему «Экспресс-2», созданную на базе универсальных ЭВМ серии ЕС. Два года спустя система обслуживала почти 400 московских касс, а к концу 1985 г. — 848 касс, в том числе несколько десятков в пригородной зоне, включая Тулу (200 км от Москвы) и даже кассы в Ленинграде,



продающих билеты с пересадкой в Москве.

Статистические наблюдения показали, что если при ручной работе кассиров среднее время ожидания в очереди за билетом доходило до 4 ч, то после внедрения системы «Экспресс-2» оно не превышает 30 мин, т. е. в 8 раз меньше.

«Экспресс-1» обслуживала специализированная ЭВМ; ее можно было использовать только на Московском узле; всем кассирам вместе она выдавала не более 4 мест в секунду. А «Экспресс-2» обслуживается универсальными компьютерами, которые выдают до 50 мест в секунду, а использовать ее можно на любом железнодорожном узле.



Сколько же молока заказать на понедельник?

#### КОМПЬЮТЕР И МЕРКУРИЙ\*

Мистер Смит, владелец молочной в пригороде Детройта, был в затруднении, не зная, сколько молока заказать на понедельник. «Обычно я продаю от 600 до 1000 л молока за день, — думал он. — Если заказать только 600 л, а последующим покупателям отказать, то, во-первых, я потеряю прибыль, а во-вторых, недовольные покупатели пойдут на следующий день за молоком к моему конкуренту. А если заказать молока слишком много, то непроданный остаток не войдет в холодильник, прокиснет, и я потеряю по 20 центов на каждом литре. Так сколько же молока заказать на понедельник?»

Когда мистер Смит делает удачный заказ, его прибыль увеличивается, когда ошибается — терпит убыток. Чтобы не разориться, мистер Смит внимательно следит за колебаниями спроса, учитывает дни недели, сезонные изменения, погоду и другие факторы.

Для более надежной оценки факторов, влияющих на торговлю, мистер Смит обратился за консультацией к специалисту по решению торговых проблем. Тот просмотрел торговые книги мистера Смита, где значилось,

\* Меркурий — бог торговли в римской мифологии.

сколько молока продавалось за каждый отдельный день; выяснил, как отражались на продаже погода и время года, проследил влияние других факторов и составил для персонального компьютера мистера Смита программу «Заказ молока». Начиная с этого времени мистер Смит ежедневно вводил в свой ПК данные о сезоне, погоде, дне недели и получал нужную рекомендацию.

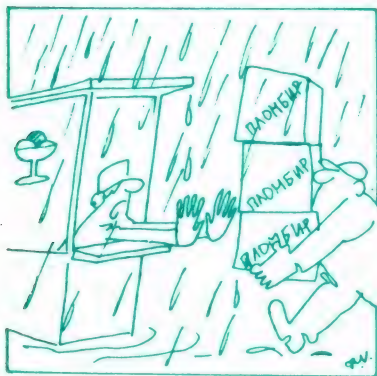
Вернемся теперь из Детройта в Москву и представим себе обычную палатку по торговле мороженым. При заказе товара «на завтра» могут оказаться важными следующие факторы:

1. Погода. Если даже июньским днем зарядит унылый непрерывный дождь, то пломбир может остаться нераспроданным.
2. День недели. Праздничный, будничный или субботний день по-особому скажутся на торговле.
3. Месяц года. Погода в мае может быть такой же жаркой, как и в июле, но состав покупателей в это время — например, в Москве — различен. Большинство студентов и школьников отдыхает вне города, что обязательно скажется на спросе, особенно если палатка расположена рядом со школой.
4. Репертуар расположенного по-соседству кинотеатра. Если в нем всю неделю идет боевик, смотреть который собираются подростки со всей округи, то продажа мороженого будет отличаться от тех дней, когда демонстрировался индийский двухсерийный музыкальный фильм.

Учесть эти и многие другие факторы опытный продавец сможет и без компьютера. Это может также сделать его начальник, который планирует в торге доставку товара сразу для нескольких десятков торговых точек. Но если этот работник заболеет или уйдет на пенсию, то торговля будет нести потери до тех пор, пока его преемник не научится искусству предугадывать спрос. А на это могут уйти годы.

Если заложить правила учета всех уже известных

факторов в компьютер, то он будет автоматически учитывать погоду (получая ее по каналу связи от машин Гидрометцентра), репертуары зрелищ (получая их от ЭВМ городского Управления культуры) и многое другое. Список факторов можно постоянно пополнять. Если вдруг выяснится, что по вторникам буфет в соседней школе кормит учеников



чудесным блюдом, после которого у них не остается аппетита или денег на мороженое, то ЭВМ можно будет научить учитывать и это обстоятельство. Но самое важное — ЭВМ не болеет и не уходит на пенсию. Даже когда компьютер ремонтируется или заменяется более совершенной моделью, его преемник или временный заместитель будет выполнять свои обязанности без какого-либо обучения сразу же, зная заранее все то, чему уже научился предшественник.

Чтобы эффективно управлять торговлей в магазине, директору требуется точная и своевременная информация о наличии на складе товаров. В небольшой овощной палатке, где продается всего несколько компонентов борща, директор, он же продавец, всегда может не глядя сказать, что у него кончается, а чего хватит еще надолго.

В большом универмаге, где продаются товары десятков тысяч наименований, управлять поставками вручную становится невозможным. Типичные решения, которые приходится принимать постоянно, относятся к количеству конкретного товара, которое нужно заказать сегодня. Если заказать слишком мало товара или не заказать его сегодня вообще, а отложить заказ на более позднее время, то вскоре может оказаться, что этот товар полностью продан, а спрос на него еще есть, и магазин в результате несет потери.

Если заказать слишком много (держать все время большие запасы на складе), то могут быть неприятности сразу двух видов. Во-первых, многие товары, особенно продовольственные, имеют ограниченные сроки хранения. Если их не продать своевременно, они теряют товарные свойства и не подлежат реализации, т. е. магазин понесет потери. Некоторые промышленные товары имеют сезонный спрос или могут просто выйти из моды. Во-вторых, хранение даже абсолютно не портящихся товаров требует определенного объема складских помещений, расхода энергии на поддержание нужных кли-



— Морковь кончается, а свеклы еще дня на три хватит . . . . .



матических условий (охлаждение, отопление), оплаты охраны и т. д. Если иметь неоправданно большие запасы на складах, то могут значительно увеличиться накладные расходы на эти нужды, что снова приведет к потерям.

Таким образом, следует заказывать столько товаров, сколько можно продать, т. е. уметь предсказывать спрос.

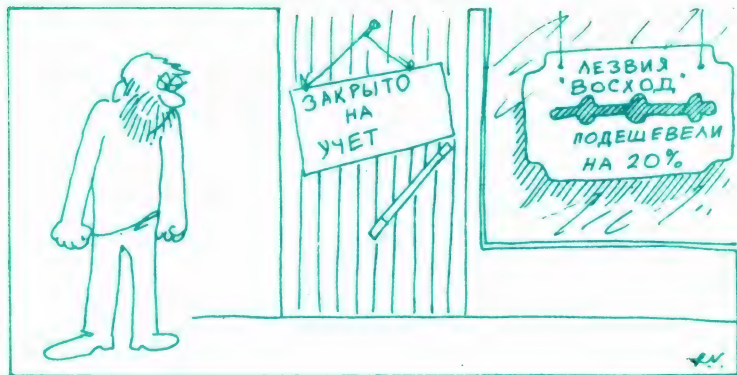
На практике редко разрешается делать заказ на следующий день. Обычно оформленная сегодня заявка проходит длинный путь согласований и обобщений на пути к поставщику. После ее утверждения такое же или еще более длительное время пройдет до фактической доставки заказанного товара. Из-за этой инерционности системы поставок в торговле часто приходится принимать решения, последствия которых начнут сказываться еще не скоро. Если товар заказан сегодня в недостаточном количестве, то может оказаться, что весь следующий квартал продавцы будут уныло отвечать «извините, нет» на вопросы раздраженных покупателей.

В большом магазине человек не может оптимально управлять заказом товаров уже не только и даже не столько из-за большого количества факторов, которые надо учитывать, а по той простой причине, что число этих товаров слишком велико. Для определения объема заказа на каждый вид товара нужно знать, сколько его еще осталось. Казалось бы, что тут сложного? Пойди и посмотри! Но вспомните, например, Московский Дом книги на проспекте Калинина. В нем одновременно продаются книги около 20 000 названий. Чтобы просто ответить на вопрос, должна ли еще поступить данная книга, имеется ли сейчас в продаже или продана, магазин держит целый штат библиографов-консультантов!

Отличным решением этой проблемы является уже применяемая в некоторых странах система машинной маркировки товаров, называемая иногда «полосковым кодом». На каждый отдельно продаваемый предмет — на пачку печенья, книгу, коробку с электроутюгом и т. п. — наносится при изготовлении упаковки специальная последовательность тонких и толстых параллельных полосок. Промежутки между полосками также имеют различную ширину. При оплате товара кассир-контролер на мгновение подносит продаваемый предмет к глазку компьютера, соединенного с кассовым аппаратом. Следящий луч мгновенно пробегает поперек всех полосок, автоматически отмечая их ширину и расстояния между ними. Совокупность этих величин уникальна для каждо-

го товара, т. е. однозначно определяет купленный предмет. Таким образом, компьютер мгновенно (за сотые доли секунды) определяет, что покупатель предъявил к оплате игрушечного медведя, коробку красок и авто-ручку. Кассир не может ошибиться в цене: цены «знает» только компьютер. Электронный синтезатор речи может произнести вслух название поднесенного к глазку товара и его цену. Кроме того, компьютер вычитает из соответствующих счетчиков количество проданных единиц каждого вида товара. Поэтому ЭВМ в любой момент может дать справку о наличии в универмаге любого товара с точностью до последнего носового платка.

Представим себе, что наша отечественная промышленность произвела столько бритвенных лезвий, что аккуратные упаковки с маркой «Восход» стали залеживаться на прилавках, и Госкомитет по ценам решил, что этим лезвиям пора уже стоять на 20% дешевле. Без применения ЭВМ необходимо при вводе в действие новых цен одновременно остановить торговлю подешевевшим товаром во всех магазинах, универмагах и ларьках по всей стране. Затем придется осуществить громоздкую процедуру: пересчитать оставшиеся пачки лезвий, зачеркнуть на каждой из них старую цену, поставить новую и расписаться; потом подшить в «дело» несколько экземпляров актов, свидетельствующих о количестве оставшихся пачек подешевевших лезвий. Составлять такие акты и пересчитывать товар приходится группе людей, чтобы исключить возможность злоупотреблений. Только после этого можно продолжать торговлю уже по новым ценам. Вероятно, по этой причине мы так часто видим таблички, похожие на следующую:



При наличии полоскового кода все происходит сказочно просто. За 10 мин до начала торговли ответственное лицо вводит в компьютер приказ, устанавливающий новые цены на один или несколько видов товаров. При наличии каналов связи этот приказ может даже не вводиться вручную, а поступать из вышестоящей торговой организации — от тамошнего компьютера. Посмотрим теперь, что произойдет, когда первый из покупателей пройдет к расчетному узлу. Вот к глазку кассового аппарата поднесен товар, на упаковке которого нанесены знаки полоскового кода. Пусть толстая полоска означает 1, а тонкая — 0. Промежутки между полосками тоже могут быть широкими или узкими, им также можно поставить в соответствие символы 1 и 0. Если на товаре размещать по 30 полосок, между которыми будет соответственно 29 промежутков, то в компьютер поступит 59 символов — нулей и единиц, которые специалист назовет 59-значным двоичным целым числом.

Нетрудно подсчитать, что различных комбинаций, обозначающих различные товары, можно при такой кодировке различить очень много —  $2^{59}$ , т. е. почти миллиард миллиардов!

Пусть глазок, просматривающий полосы, увидел на товаре ярлык с полосками (рис. 13).

Верхнюю часть — код полосок — компьютер «перевел» в нижнюю (артикул товара, который понятен работникам магазина), сверил с перечнем цен, и кассовый аппарат автоматически пробил на чеке новую цену. А еще вчера при оплате этого же товара кассовый аппарат пробил бы



Рис. 13. Образцы полоскового кода



на чеке старую цену, так как в памяти компьютера была другая стоимость единицы товара с таким кодом. Торговлю не пришлось останавливать ни на минуту; не пришлось отнимать время у сотен тысяч работников торговли по всей стране, заставляя их пересчитывать подешевевшие товары.

При использовании полоскового кода в компьютеризованном магазине кассир может даже не знать цены товара, но ее обязательно ЗНАЕТ компьютер! Если цены в начале рабочего дня корректируются по каналу связи «вышестоящим» компьютером, то ни одному сотруднику магазина не придется запоминать цену данного товара. Цена станет известной, как только покупка будет поднесена к глазку кассового аппарата и на чековой ленте обозначится известная компьютеру сумма. Конечно, директор магазина или старший продавец может со своего дисплея запросить цену любого товара, а также данные об остатке этого товара на текущий момент, время ожидаемого поступления следующей партии и т. д.

Много веков назад человечество вело меновую торговлю. Позднее натуральный обмен был заменен денежной торговлей: товары обменивали на условные носители стоимости — ракушки, драгоценные металлы, монеты. Постепенно эти условные носители были заменены еще более условными — бумажными деньгами или банкнотами.

Во многих странах наряду с банкнотами широко развита расплата чеками. По мнению некоторых специалистов, дело идет к тому, чтобы и банкноты и чеки заменить нематериальными единицами покупательной стоимости — кодами в памяти электронных кредитных карточек [13].

Полосковый код вместе с применением кредитных карточек существенно упростит труд работников торговли. Кассовые аппараты XXI в. будут мало похожи на нынешние. Кассиру уже не нужно будет ни подсчитывать стоимость покупок, ни получать и хранить деньги, ни отчитываться за них. Придется лишь подносить к глазку аппарата каждую отобранную покупку и набирать на клавиатуре несколько букв и цифр пароля, сообщенного предъявителем карточки.

Компьютер облегчает труд и работников других профессий. Знания, необходимые сотруднику для успешного выполнения своих задач в «докомпьютерную» эру, пере-

стают быть его личными знаниями, становясь частью базы знаний, хранимых в ЭВМ. По мере того как ЭВМ вторгаются в различные сферы народного хозяйства, все чаще будут наблюдаться ситуации, когда что-то, что раньше знали и умели люди, теперь знает и умеет лишь компьютер. Работникам-людям эти знания и навыки уже не нужны.

Информация о стоимости товара — это знание конкретных факторов или чисел. Или, скажем, правила взимания подоходного налога с заработной платы трудящегося — это умение еще недавно было обязательным для расчетниц в бухгалтериях учреждений и предприятий. Ныне же на тысячах предприятий заработную плату рассчитывают компьютеры; именно в их программах заложено умение облагать заработанные нами деньги подоходным налогом. Поэтому работник бухгалтерии, который раньше умел быстрее всех без микрокалькулятора, арифмометра и счетов рассчитать размер налога, не имеет теперь никаких преимуществ перед коллегами. Его умение никому больше не нужно. Точно так же, как после широкого внедрения пишущих машинок почти никому не нужно умение писать каллиграфическим почерком. Такая переоценка знаний, навыков и «профессиональных тайн» может происходить несколько раз за время трудовой деятельности одного поколения [25, с. 148].

Процесс постепенного перехода знаний и умений к компьютерам иногда приводит к тому, что люди не сразу понимают решения компьютера или причины действий, предпринимаемых компьютером. Такие ситуации мы уже обсуждали (см. раздел «Компьютер, действительно, слишком дотошен»). Но не следует забывать, что в конечном счете все действия компьютера определяются людьми, которые их создают и программируют. Поэтому, если ЭВМ неправильно рассчитала налог, назначила не то лекарство или не туда привела самолет, не следует винить машину. Однако вероятность ошибок компьютера в расчетах, диагнозах, маршрутах ... чрезвычайно мала: программы составляются при участии лучших бухгалтеров, лучших врачей, лучших пилотов.

Люди все еще совершают, к сожалению, ошибки достаточно часто, причем иной раз даже в таких ситуациях, в которых они еще вчера (или в прошлом году) принимали правильные решения. Компьютеры же принципиально не могут работать сегодня хуже, чем они работали вчера.

«В некоторых парижских магазинах появились электронные примерочные кабины, — сообщали наши газеты, например [14], со ссылкой на французский журнал «Экспресс». — Для примерки покупателю не нужно надевать платье или костюм. Достаточно встать перед «волшебным» зеркалом и нажать кнопку. Электронное устройство мгновенно «оденет» покупателя, и его изображение в обновке появится на экране».

Электронное устройство — компьютер — может помочь не только примерить обновку, но, что гораздо важнее, скроить костюм и подготовить его к пошиву.

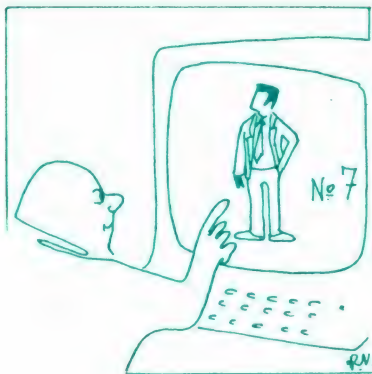
...Заказчик пришел в ателье индивидуального пошива.

— Я покажу вам шесть образцов, которые больше всего соответствуют вашей фигуре, — сказала приемщица, усадила его перед экраном телевизора и нажала несколько клавиш на своем пульте.

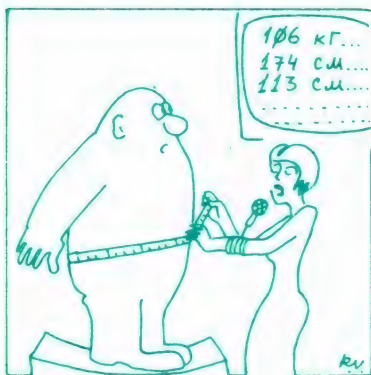
На экране загорелась синяя надпись «Модель 7» и появилось цветное изображение полного мужчины в хорошо пошитом коричневом костюме. Мужчина поворачивался, нагибался, поднимал руки, ноги — костюм сидел на нем прекрасно и как бы скрадывал излишнюю полноту. Тем же способом заказчик ознакомился еще с пятью моделями разных расцветок и фасонов.

Когда модель была выбрана, приемщица попросила его подойти к зеркалу. Перед зеркалом оказалась небольшая квадратная площадка, которая слегка прогнулась, когда заказчик наступил на нее, и на экране появился его вес — 106 кг. Затем приемщица начала снимать мерку. Она произносила числа в укрепленный на ее груди микрофон, и эти числа высвечивались на экране. Одно из чисел приемщица произнесла не очень внятно, и на экране высветилось совсем другое число. Тогда она сказала в микрофон «неверно» — последнее число исчезло — и произнесла нужное число более четко.

Потом приемщица попросила клиента назвать свою фамилию, имя и адрес. Все это она повторила в свой микрофон по буквам, которые высвечивались на экране.







После уплаты аванса (сумма аванса, повторенная приемщицей, также высветилась на экране) из щели под дисплеем выползла полоска бумаги — квитанция. А ровно через два дня костюм был готов и сидел великолепно.

Заказчик удивился: фигура у него совсем не стандартная, а костюм сшили без примерок, да еще и быстро. Но специалисты объяснили, что со-

ставление проекта костюма, раскрой ткани и всю подготовку к пошиву ведет компьютер; ручную производится только соединение отдельных частей-заготовок, т. е. заключительный этап пошива. При этом не нужен высококвалифицированный закройщик, не тратится время на выполнение вспомогательных работ, например не приходится обметывать края, и, что имеет немаловажное значение, экономится до 15% ткани по сравнению с ручным раскроем. В заключение ему предложили совершить экскурсию по фабрике.

Первый цех оказался складом тканей. На перенумерованных стеллажах лежали рулоны, намотанные на металлические оси. За дисплеем сидел оператор.

Рассыльная принесла пакет с кассетой, напоминающей магнитофонную. Оператор вложил эту кассету, на которой были закодированы заказы, в щель под дисплеем и нажал несколько клавиш. На экране появилась надпись:

Заправить рулон № 12. Подготовить № 23

Итак, компьютер принял решение начать кроить из ткани № 12 и заранее сообщил, что далее будет крой из ткани № 23, чтобы нужный рулон не пришлось потом подтаскивать, теряя время. Оператор укрепил ось рулона в специальных захватах, тщательно заправил в щель конец ткани и нажал кнопку готовности. Рулон начал вращаться; полоса ткани стала периодически втягиваться в щель.

В соседнем цехе, за стеной раскаленное острие вырезало из движущейся по металлическому столу ткани куски причудливой формы. Движением ткани и острия

управлял компьютер. Дежурный механик был лишь наблюдателем. Механическая рука брала раскроенные куски ткани и раскладывала по пластиковым пакетам. Одновременно заполнялись несколько пакетов, хотя крой был из одной ткани. Вот вырезанный лоскут брошен в один пакет, затем в другой, третий, снова в первый... Машина кроила сразу несколько костюмов.

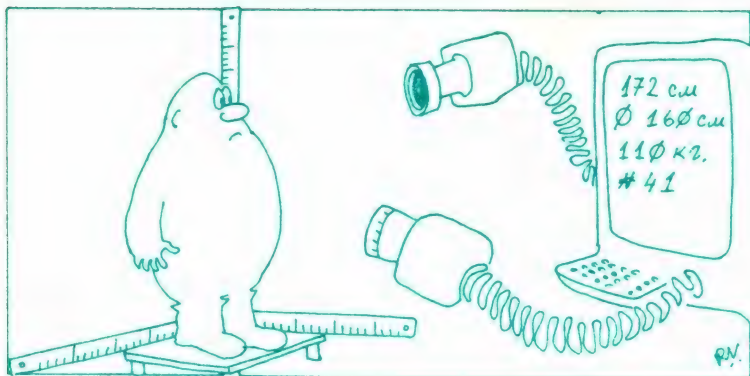
— Почему машина не кроит поочередно? — спросил бы дилетант. — Тогда не пришлось бы занимать такую большую площадь для десятка одновременно заполняемых пакетов...

Однако если 10 человек-закройщиков будут кроить 10 костюмов, то каждый потребует отрез в 2,5 м, от которого останется 0,6 м в виде обрезков, годных разве что на заплаты. А если все эти костюмы кроить из одного куска, то хватит не 25, а 20 м ткани.

В следующем цехе сидели обычные швей-мотористки. Каждая из них доставала из пакета куски ткани и бумажный эскиз, начерченный компьютером, и за считанные часы костюм, платье, пальто обретали законченный вид. В последнем цехе изделие гладили и упаковывали для передачи заказчику.

Фабрика получает новые модели из Ленинградского, Парижского и других ведущих Домов моды. Эти модели приходят в виде таких же кассет с лентой, которые «скармливают» компьютеру. А собственно кройщиков, которых еще 10 лет назад в фирме было около 200, теперь уже нет. Вместо них работают два десятка техников, обеспечивающих бесперебойную работу компьютера и связанных с ним устройств.

Еще в 1985 г. работники одного из московских НИИ совместно с сотрудниками Института проблем передачи информации АН СССР разработали систему «АТЛАНТ». На основе автоматического антропометра (инструмента для измерения роста и других размеров человеческого тела и его частей), менее чем за две минуты автоматически измеряющего около 2000 размеров фигуры заказчика, при участии лучших портных-закройщиков созданы программы, позволяющие получить форму отдельных частей одежды и их экономный раскрой из рулона ткани. Программа позволяет получить и начерченный компьютером эскиз будущего костюма. Разработан также лазерный метод автоматического вырезания кусков будущего костюма, но практическое использование этого метода пока еще слишком дорого и потому не получает



широкого распространения. Однако основная часть работы портного-закройщика в одном из московских ателье уже сегодня (в 1986 году!) выполняется компьютером и позволяет сэкономить много времени и сил.

#### КОМПЬЮТЕР В МОСТРАНСАГЕНТСТВЕ

Несколько лет назад отдел автоматизации вычислительного центра Главмосавтотранса разработал модели транспортных сетей Москвы и Подмосковья. В память компьютера введено около 12 000 названий проездов столицы и населенных пунктов Московской области. Указаны расстояния между соседними площадями и перекрестками. Каждая улица, каждый дом столицы «привязаны» к одному из 1200 транспортных узлов. Кратчайшие маршруты от каждого узла до любого из остальных 1199 узлов компьютер успевает составить и напечатать за 1 мин. При этом учитываются ограничения по направлению движения, возможность проезда грузовых машин в разное время суток, а также ограничения по габаритам, тоннажу, нагрузке на ось и т. д.

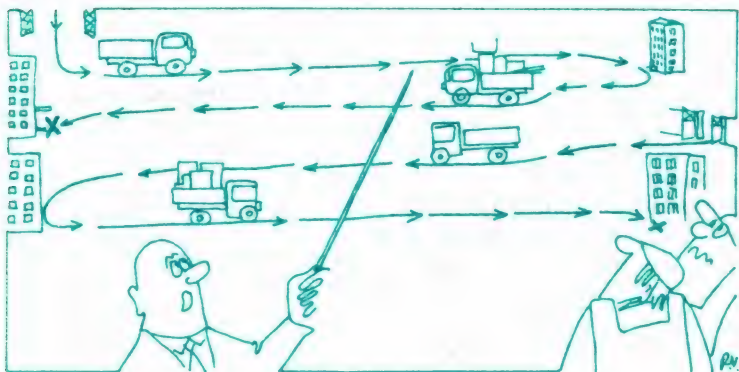
Если где-то должен строиться новый дом, то вычислительный центр Главмосавтотранса выдает кратчайшие маршруты подвоза стройматериалов, блоков, оборудования; лишь после этого Стройбанк открывает финансирование строительства. Когда сносится старый дом, его обломки и мусор вывозятся на свалку. Справку о расстоянии до ближайшей свалки и кратчайший путь проезда к ней также выдает ВЦ Главмосавтотранса. Расстояния, указываемые в подобных справках, — обя-



зательный нормативный материал для планирования, оплаты, учета деятельности многих предприятий и учреждений.

Доставка пепси-колы и других напитков с Московского пивобезалкогольного комбината во время XII Всемирного фестиваля молодежи и студентов проводилась по разработанным на ЭВМ маршрутам (как и во время Олимпиады-80). На составление и печатание кратчайших маршрутов от завода до многих сотен ресторанов, кафе, киосков компьютер потратил чуть больше 10 мин. Пожарные автомобили движутся к месту пожара тоже по маршрутам, разработанным ЭВМ. В кабине каждого такого автомобиля всегда есть планшет, на котором указан кратчайший путь до любой мыслимой точки, где может появиться огонь.

А теперь, дорогой читатель, представьте себе, что вы переезжаете на новую квартиру. Вы, вероятно, отправитесь в Мострансагентство и закажете на 8 часов утра



машину с двумя грузчиками, оплатите переезд от старого дома в переулке возле Старого Арбата до нового дома в Ясеневе — за двадцать с лишним километров. Но машина выйдет из гаража на Хорошевском шоссе задолго до 8 час: до вашего дома больше 15 км. Потом из Ясенева машина пойдет к следующему заказчику в Кузьминки...

Изучая сводные ведомости сотен подобных перевозок, можно заметить, что, когда освободившаяся машина идет, например, из Ясенева в Кузьминки, другая такая же машина (тоже с двумя грузчиками!) направляется из Текстильщиков в конец Ленинского проспекта. Так не

лучше ли было машину из Ясенева послать на Ленинский проспект — совсем рядом! — а машину из Текстильщиков — в расположенные по-соседству Кузьминки? Мановение карандаша диспетчера — и холостой пробег машин уменьшился бы километров на двадцать пять — тридцать. А сколько таких возможностей бывает только за один день!

При перевозках по индивидуальным заказам населения холостой пробег (от гаража до заказчика, между заказчиками, возвращение в гараж) бывает подчас больше, чем пробег с грузом. Коэффициент использования пробега (КИП) оказывается порой меньше 50%. Конечно, толковый диспетчер постарается по возможности уменьшить холостой пробег. Но велики ли его возможности, если он видит только пятнадцать — двадцать заказов, которые принимает, да еще на разное время дня?

А что, если подчинить всех диспетчеров Мостранс-агентства единому главному диспетчеру и дать ему в помощь компьютер? Обязанности главного диспетчера и взял на себя отдел управления перевозками ВЦ Главмосавтотранса.

После внедрения новой системы планирования перевозок КИП резко возрос и перевалил за 60%. Это означает ежедневное высвобождение нескольких автомашин вместе с водителями и грузчиками, годовую экономию (только на перевозках грузов для населения) в сотни тысяч рублей и, в частности, сбережение за один год чуть ли не целого железнодорожного состава бензина.

Несколько лет назад была разработана программа перевозок мебели по Москве, и с тех пор перевозка мебели в столице планируется централизованно. До централизации коэффициент использования пробега колебался в пределах 0,40—0,45; после внедрения программы средний КИП поднялся до 0,55, а на отдельных маршрутах — до 0,70.

Десятки автомашин почтовой службы по несколько раз в день объезжают почтовые ящики; водители вынимают опущенную в ящики корреспонденцию и отвозят на сортировочные узлы. Оптимальные маршруты для этих машин и для машин, собирающих копилки из тысяч телефонов-автоматов, также разработаны вычислительным центром Главмосавтотранса.

В фантастическом романе С. Павлова «Лунная радуга» есть сцена, иллюстрирующая интересный аспект использования ЭВМ. В службе космической безопасности идет секретное совещание ведущих сотрудников. Обсуждается поведение группы участников космической экспедиции, у которых после путешествия развились странные свойства, в частности способность оставлять на экранах таинственные черные следы. Участников совещания заинтересовало странное постоянство посещений одним из этих космонавтов во время отпусков ряда одних и тех же городов, выбор которых никак не удавалось объяснить.

Внезапно вмешался помогавший участникам совещания компьютер.

На голубом поле экранной стены промелькнул сверкающий зигзаг, и рядом с кругом цветной диаграммы появилась новая колонка текста:

г. Торонто	— Элдер
г. Буэнос-Айрес	— Джанелла
г. Киев	— Бакулин
г. Суздаль	— Асеев
г. Иркутск	— Михайлов
г. Симода	— Накаяма

Сработал результат так называемого ассоциативного поиска, осуществленного в романе «синтез-блоком совпадений». Оказалось, что отпускник посещал родные города погибших космонавтов. (*Ассоциативным поиском* специалисты называют такой способ отыскивания информации, когда ключом служит не адрес нужных данных, не место их расположения в хранилище сведений, а какой-то внешний признак некоторой части отыскиваемой информации. Например, если вы ищете в записной книжке фамилию приятеля, помня ее первую букву, то такой поиск ассоциативным не является, так как вы сразу откроете нужную страницу. Если же вы не знаете первой буквы, но помните, что записали телефон ярко-красной пастой, то поиск нужных данных можно назвать ассоциативным. Конечно, при этом придется просмотреть в среднем половину записей книжки, но для компьютерных скоростей это не страшно, а кроме того, существуют специальные методы ускорения ассоциативного поиска\* в компьютерных справочных системах.)

Этот компьютер, очевидно, никто не программировал на задачу вида: «Проверять все города, встречающиеся

\* Подробнее об этих методах можно прочитать в [15].



в «деле», на совпадение с местами рождения космонавтов». Если бы компьютер мог помочь только при таком явном указании способов обработки информации, то человеку, который его программирует, приходилось бы заранее догадываться обо всех возможных совпадениях. Дело как раз в том, что никто заранее не сообщал компьютеру о том, что он должен проверять и с чем сравнивать. Хотя С. Павлов и не сообщает об этом явно, но задание электронному ассистенту космических следователей, очевидно, было дано в такой форме:

«Установить максимально возможное количество связей между всеми фактами, имеющимися в деле, и сообщать обо всех найденных связях»\*

Если бы оказалось, что у всех 12 участников космической экспедиции имена начинаются на одну и ту же букву или все они родом с одного материка, или у всех начали болеть зубы, или все родившиеся у них после экспедиции дети рано начали читать, или они стали заказывать в столовых только блюда, не содержащие мяса, то любой из этих фактов был бы отмечен компьютером и на него было бы обращено внимание криминалистов.

Отметим, что все факты, необходимые для расследования, содержались не в бумажных отчетах наблюдателей и не в толстых папках личных дел космонавтов, или, во всяком случае, не только в этих источниках, но и в машинной памяти компьютерной системы. Именно оттуда были получены сведения о местах рождения космонавтов, нужные для вывода, сделанного во время совещания. Сведения о том, какие болезни обнаружили у них, что они заказывают в столовых, каковы успехи их детей в чтении, можно получить по каналам связи от компьютеров систем здравоохранения, образования и общественного питания.

Уже сейчас во многих странах Запада, буквально захлестнутых волной организованной и спонтанной преступности, компьютеры оказывают криминалистам существенную помощь. Широкое применение находят они и в нашей стране.

---

\* Сегодня еще не существует компьютеров, способных воспринимать задания, сформулированные в такой форме.

1975 г.

Человек был сбит автомобилем, в номере которого очевидцы успели заметить всего две цифры, так как видели происшествие со значительного расстояния. Однако ярко-красный цвет и модель ВАЗ-2103 они отметили точно. Представим теперь себе, что должны были сделать работники ГАИ 10 лет назад. В их распоряжении имелась только ручная картотека, состоящая из картонных карточек. На каждой карточке были записаны данные об одном автомобиле, но рас-



К концу месяца надеюсь закончить . . . . .

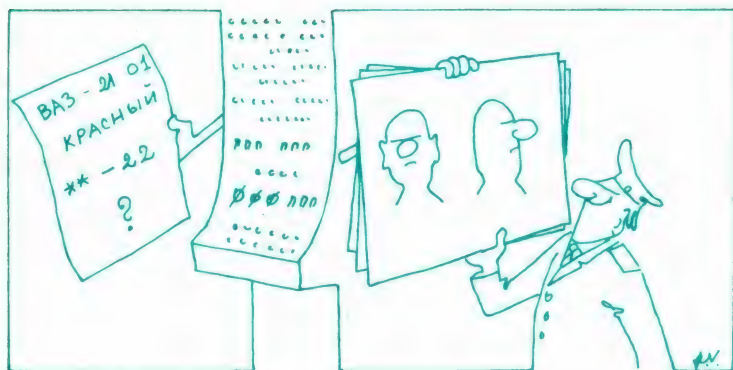
полагались эти карточки в ящиках строго по возрастанию цифр в номерных знаках. Поэтому, чтобы в Москве, например, отобрать несколько десятков красных ВАЗ-2103, имеющих в своем номере на втором и третьем местах замеченные свидетелями цифры, следователь должен был вручную просмотреть всю картотеку на сотни тысяч машин! Казалось бы, можно облегчить дело, если располагать картотеку не по возрастанию номеров, а по цвету (а среди машин с одинаковым цветом — по моделям автомобилей). Тогда и без всякого компьютера можно открыть шкаф с данными обо всех машинах красного цвета (они поместятся в одном шкафу), в нем найти ящик с данными о ВАЗ-2103 (поместятся в одном ящике) и за несколько минут отобрать все машины, в номерах которых есть нужные цифры. Но попробуйте теперь в такой картотеке отыскать данные о том, кто является владельцем красного автомобиля с государственным номером ц 56-73 МО!

Вести сразу две картотеки? Во-первых, это неизбежно вызовет путаницу и сразу удвоит объем работ по их поддержанию в актуальном состоянии. Во-вторых, бывают ситуации, когда находят обгоревшую машину со снятыми номерными знаками и определить цвет уже невозможно. В этом случае известен только номер кузова или двигателя; по этим данным придется вновь просматривать любую из двух картотек полностью, так как ни-

какая из них не упорядочена по возрастанию номеров кузова.

Единственный выход — иметь данные (упорядоченность может быть по любому признаку) в сверхбыстрой памяти ЭВМ. Если занести в нее все сведения о миллионе автомобилей и попросить найти машину ВАЗ-2103 красного цвета, в фамилии владельца которой содержится буква Д, государственный номер содержит две семерки, а номер двигателя начинается на 573, то уже через считанные минуты ЭВМ выдаст список отобранных автомобилей (их может быть больше одного) или сообщит, что нет машины, удовлетворяющей указанным требованиям.

1995 г.



— Слушаюсь! Через 10 минут принесу список!

Фирма «Лоу-Джек» (штат Массачусетс) разработала методику борьбы с угоном автомобилей. В полицейском управлении штата устанавливается ЭВМ, которая позволяет быстро разыскать угнанный автомобиль.

Если автомобиль поведет посторонний, то передатчик, скрытно установленный в автомобиле, начнет автоматически подавать в эфир сигнал об угоне. Сигнал примет полицейский вычислительный центр, где установленная фирмой ЭВМ включит для передачи через сеть полицейских раций приказ о розыске. Кодированные сигналы передатчика улавливаются приемниками патрульных полицейских автомобилей, где на небольшом индикаторе отображаются пеленг и дальность угнанной машины.



Часто в детективных романах приходится читать, как «старший лейтенант задумался и вспомнил, что Митька-шухер дружил раньше со слесарем Копыловым, который, вероятно, и сделал ему найденный у вскрытого сейфа инструмент». Однако полагаться на память «старшего лейтенанта» можно только в романах. В жизни просто невозможно помнить все о сотнях преступников, с которыми следователь никогда даже не встречался.

Лишь ничего не забывающий компьютер может бесконечно долго хранить в своей памяти то, что такой-то гражданин отлично ездит на велосипеде, одолжить его может у такого-то своего приятеля, проживающего там-то. Компьютер подскажет, что найденный в гостиничном номере тубик с остатками шампуня «Себорин», который давно не поступал в городские аптеки, делает целесообразной проверку приезда в данный город определенного «гастролера», давно и безуспешно лечащего обсыпанные перхотью волосы.

Недавно на вооружение японской полиции поступила ЭВМ для идентификации отпечатков пальцев. Как сообщалось в печати, память этого компьютера способна хранить до 300 тыс. отпечатков, а скорость их перебора позволяет провести анализ в течение 5 мин, что в сотни раз быстрее традиционного метода.

### Грабеж с электронной отмычкой

Вместе с широким распространением компьютеров, повсеместным использованием их в развитых капиталистических странах для хранения и обработки различной информации, для ведения банковских счетов и других финансовых операций стали расти и злоупотребления: использование ЭВМ для незаконного присвоения чужих денег, для выведывания промышленных и коммерческих секретов конкурирующих фирм и корпораций — так называемого промышленного шпионажа.

«В США успешно процветает новый вид преступлений: компьютерные диверсии, — сообщал корреспондент ТАСС, ссылаясь на публикации в журнале «Тайм». — Эти преступления стали возможными благодаря созданию сети связанных между собой банков информации, обслуживающих крупные ЭВМ и персональные компьютеры».

Преступниками являются подчас сами работники банков, использующие лазейки в электронной системе безопасности или знающие секретные коды доступа к рас-

четам. Они нередко переводят значительные суммы денег на свои личные счета, производя, разумеется, промежуточные перечисления через несколько счетов различных кредитных учреждений.

Новый способ обогащения пришелся по вкусу многим: ведь вскрытие банковских сейфов через компьютер сулит куда более богатую добычу, чем грабеж под угрозой пистолета. Отмечены случаи, когда мафиози угрозами или шантажом заставляли сотрудников банков и корпораций выдавать коды доступа к информации, хранящейся в памяти ЭВМ.

Общей статистики подобных преступлений пока не ведется, но эксперты считают, что убытки от них достигают 5 млрд. долл. в год. Перспективы защиты от компьютерных злоупотреблений пока неутешительны — в обозримом будущем рассчитывать на эффективные технические меры по охране ЭВМ от диверсий не приходится.

«Страшно даже представить себе, что может случиться, если злоумышленник получит код доступа к информации, хранящейся в памяти ЭВМ Министерства обороны США, — рассуждает корреспондент. — Служба безопасности Пентагона уже в 1985 г. расходовала 50 млн. долл. только на борьбу с «компьютерным хулиганством» в своей системе. Коды, дающие доступ к памяти военных ЭВМ, меняются ежечасно, дорогостоящие устройства защищают линии связи. Однако, как заявил журналистам в 1986 г. представитель Министерства обороны США, если «позабавиться» вздумает кто-нибудь из сотрудников оборонного ведомства, система окажется беззащитной...»

Возможности применения ЭВМ в криминалистике трудно перечислить. Но все они, как правило, позволяют извлечь пользу из основных особенностей, отличающих компьютер от других инструментов, поставленных на службу человеком, — поистине безграничной памяти и способности мгновенно отыскивать в ней необходимые данные.

#### ТЕКСТ ГОТОВИТ КОМПЬЮТЕР

Почти каждый работник умственного труда значительную долю своего рабочего времени тратит на составление текстов. Журналисты, писатели, юристы практически только этим и занимаются. Научные работники, инженеры, сотрудники министерств и ведомств тратят кило-

граммы пасты для шариковых ручек и загружают работой десятки тысяч машинисток.

В последние годы за рубежом и в нашей стране все шире распространяется использование компьютеров для обработки текстов. В частности, рукопись этой книги также подготовлена на компьютере с использованием дисплея. Текст абзаца, который вы сейчас читаете, не был написан на бумаге авторучкой — его сразу набирали на клавиатуре с записью в память ЭВМ. Набираемый текст автоматически появляется на экране дисплея. Если при печати на обычной пишущей машинке нажать по ошибке не ту клавишу, то неверную букву придется долго подчищать лезвием или замазывать специальной пастой, что в любом случае снижает качество документа. При корректировке текста на дисплее неверная буква нажатием одной клавиши бесследно «смывается» с экрана и заменяется верным знаком.

Компьютер резко повышает степень удобства при подготовке текстов. Автоматически центрируются заголовки, правые края строк выравниваются, реализуется грамотный перенос слов в соответствии с заложенными правилами. Начиная новую главу, раздел или подраздел, автор не должен присваивать ему номер — это делает ЭВМ. Если после раздела 2.3 главы 2 требуется вставить новый раздел, то следующие разделы этой главы автоматически увеличат свои номера. Новый раздел получит номер 2.4, бывший раздел 2.4 станет разделом 2.5, его подразделы автоматически будут теперь именоваться 2.5.1, 2.5.2 и т. д. Все это отразится при печати оглавления, которое будет спланировано компьютером в начале, конце или после третьей страницы книги (по желанию автора).

С помощью ЭВМ очень удобно вносить изменения в написанное — редактировать текст. Понадобилось переставить абзацы — пожалуйста. Если вставлен достаточно большой кусок текста, то следующая глава будет начинаться не с 20-й, а с 21-й страницы, что отразится при печати оглавления. Если автор захотел изменить имя своего героя и место действия, то компьютер по его приказу заменит во всем многостраничном тексте имя и город. Рисунки и таблицы нумеруются автоматически. Также без участия автора составляется перечень ссылок, алфавитные или предметные указатели.

Но самое важное в таком использовании ЭВМ — это ее способность не вносить ошибок при копировании.



Обычная машинистка при перепечатке текста, слегка поправленного карандашом, часто делает ошибки в тех абзацах, которые автор в этот раз и не правил. Текст придется перепечатывать еще раз, при этом вполне возможны новые ошибки. С ЭВМ этого случиться не может. Если перед печатью очередного варианта текста вы правили с экрана только некоторые строки, то в нетронутых правкой участках не появятся новые ошибки.

### Компьютер-редактор

Последние модели компьютерных систем текстовой обработки выполняют и другие услуги. ЭВМ может автоматически проверять грамотность автора, сверяя текст со словарем и отмечая слова, которых в словаре найти не удалось. Компьютер может также отмечать повторение одного и того же слова несколько раз на протяжении небольшого участка текста и подсказывать для таких случаев синонимы.

Предположим, что автор набрал на экране следующий текст:

«Применение ЭВМ в автоматизации конторской деятельности позволяет резко повысить производительность труда. Аффект использования ЭВМ в делопроизводстве выражается в улучшении качества документов и сокращении затрат труда на их подготовку».

После анализа такого текста компьютер может выдать автору на экран следующие сообщения:

1. ПОЗОВЛЯЕТ — нет в словаре. Вероятно, ПОЗВОЛЯЕТ.
2. ЭВМ встречается в абзаце 2 раза. Возможен синоним КОМПЬЮТЕР.
3. АФФЕКТ имеется в словаре, но перед словом «использования» вероятнее ЭФФЕКТ.

### Компьютер и деловая переписка

Представим себе, что нужно направить 20 или 200 писем получателям продукции предприятия с предложением оплатить заказанные партии товара и прислать транспорт для его вывоза. Содержание этих писем весьма однообразно. Например:

195012, г. Ленинград, ул. Строительная, 19  
завод «КАЛИБР»

Главному инженеру тов. ПЕТРОВУ А. П.

Просим оплатить заказанные Вами на I квартал 100 единиц изделия П-12—83 и к 14.00 20 марта сего года прислать представителя, обеспеченного автотранспортом и доверенностью установленной формы для получения заказа самовывозом, по адресу г. Новгород, ул. Сосновая, 12, товарный склад. Телефон для справок 32-12-14.

01.03.1986

Начальник отдела снабжения  
(подпись)

Все эти письма будут отличаться в следующих пунктах:

- 1) адрес и получатель; фамилия, инициалы и должность адресата;
- 2) количество единиц и наименование получаемого изделия;
- 3) срок получения и адрес склада.

Если заранее заложить в компьютер образец, то можно довольно быстро подготовить все письма, пользуясь следующим алгоритмом:

- 1) вызвать на экран дисплея текст образца:

\_\_\_\_\_ г. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ тов. \_\_\_\_\_

Просим оплатить заказанные Вами на первый квартал \_\_\_\_\_ единиц изделия \_\_\_\_\_ и к \_\_\_\_\_ сего года прислать представителя, обеспеченного автотранспортом и достоверностью установленной формы для получения заказа самовывозом, по адресу \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Телефон для справок \_\_\_\_\_

01.03.1986

Начальник отдела снабжения

- 2) заполнить в образце все пробелы данными, соответствующими очередному письму. При этом работник, занимающийся подготовкой писем с помощью ЭВМ, должен иметь под рукой документы (картотеку, журнал учета заказов, план выпуска своей продукции и т. д.), чтобы правильно вставлять в образец данные очередного письма;
- 3) дать компьютеру приказ отпечатать очередное письмо, составленное по образцу на экране дисплея. Если все адресаты обслужены, то закончить работу, иначе перейти к пункту (1).

Однако при таком полуавтоматическом изготовлении писем, хотя и достигается значительная экономия време-

ни по сравнению с полностью ручной работой на обычной пишущей машинке, весьма вероятны накладки.

Во-первых, можно просто ошибиться, вписывая в образец данные: указать не тот адрес, перепутать фамилию или, что гораздо хуже, данные об изделии или о месте получения. Эти ошибки возможны в той же степени и при полностью ручной работе, поэтому хотелось бы использовать ЭВМ и для борьбы с ними, а не только для ускорения подготовки писем и улучшения их внешнего вида.

Во-вторых, при этом методе можно по ошибке пригласить на одно и то же время на один и тот же склад больше представителей с грузовиками, чем двор этого склада может вместить. Чтобы этого не случилось, используют ЭВМ, планирующую поставки и тем самым позволяющую избежать перегрузки во всех звеньях хозяйственного механизма. ЭВМ учтет предельное количество машин, которые могут находиться под погрузкой на каждом складе, постарается минимизировать пробег автомобилей с учетом месторасположения заказчиков и складов, учтет объем каждого склада, чтобы не пришлось к назначенному числу заталкивать в микроскопический сарайчик 200 контейнеров, за которыми в один день придут сразу все заказчики. Компьютер даже учтет, что двое из пяти кладовщиков — студенты-заочники; в июне или июле они будут в учебном отпуске, и целесообразно запланировать на оба эти месяца меньшее число поставок.

Но раз уж ЭВМ такая умная, то почему бы не поручить ей полностью подготовку подобных писем? Для этого кроме уже имеющейся в машинной памяти информации следует дополнительно ввести только почтовые адреса предприятий и данные об их сотрудниках, которым надо направлять письма. После этого составление даже нескольких десятков писем по образцу будет занимать у машины считанные минуты. ЭВМ никогда не перепутает адрес завода и фамилию главного инженера, не пригласит слишком много заказчиков на одно и то же время и не подготовит письмо, если в ее память не поступили данные из отдела выпуска готовой продукции о том, что заказанные изделия уже действительно готовы. Этот пример показывает, что наиболее полного эффекта от применения ЭВМ можно достичь именно при ее комплексном использовании, когда она получает информацию на основе обработки имеющихся данных и



выдает готовые выходные документы, — в данном случае письма, которые можно сразу нести на подпись\*.

Мы видим, что первый вариант (полуавтоматический), когда планирует поставки ЭВМ, а письма готовит (хотя и с ее помощью) человек, намного менее эффективен и чреват дорогостоящими ошибками.

В Москве и некоторых других городах уже функционирует автоматическая подготовка «писем» с помощью ЭВМ в чрезвычайно широком масштабе. Адресаты этих писем — должностные лица и частные граждане (речь идет о выписке счетов за междугородные телефонные переговоры). В самом деле, такой счет — это настоящее письмо, в котором есть АДРЕС, ПОСТОЯННАЯ и ПЕРЕМЕННАЯ части.

Постоянная часть печатается на бумаге заранее типографским способом.

Переменная часть — сведения о проведенных абонентом разговорах. По каждому разговору, в зависимости от того, как запрограммирована ЭВМ, может печататься: дата, код вызванного города, количество минут и стоимость. В конце проставляется итоговая сумма, подлежащая оплате. Эти сведения (кроме итоговой суммы) во время телефонного разговора специальная аппаратура записывает без участия человека на машинный носитель (например, на магнитную ленту). Заметим, что в этой аппаратуре нет сведений об адресе абонента. На магнитной ленте в понятном для ЭВМ коде фиксируется только левый из двух столбцов, показанных ниже.

297-79-97	номер телефона вызывающего абонента
812	код вызываемого города (Ленинграда)
05	количество минут разговора
311085	дата разговора — 31 октября 1985 года
1.20	стоимость разговора

Таких групп данных в конце каждого месяца накапливается довольно много. Все они вводятся в ЭВМ, которая сортирует их так, чтобы все разговоры одного абонента оказались у нее в памяти рядом, даже если он разговаривал с Киевом в первой декаде, а с Ташкентом — в третьей. После такой сортировки ЭВМ на очередной бланке с заранее нанесенной типографским способом постоянной информацией впечатывает переменную.

---

\* Как уже было сказано, компьютер — технический исполнитель, он облегчает человеку чисто техническую работу, физическое написание или печатание писем; решение же принимают люди, которые и несут за них ответственность.

4.103045				
ДАВ ПЕР, д 19				
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ТУ МГТС				
2086766				
АДРЕС МОСКВА 103009				
ГЕРЦЕНА УЛ				
д 55 кв 86				
ИНЧ-2930766				
КР 44 СЧЕТ 017699				
С. НАЧЕТА	ДЕТАЛИ ОБОРА	ПОДГОТ	МИН	СТОИМОСТЬ
ВВ.4	18-03.85	042	6	1.18
ВВ.4	20-03.85	302	5	1.55
ВВ.4	27-03.85	345	2	0.65
КЭМН	6-04.85	0037	7	7.05
ИТОГО:				10.43
НАССИР				
25.04-85				

Счет за междугородные переговоры

Напечатав одну или несколько строк (по числу разговоров абонента за месяц), ЭВМ подсчитывает и впечатывает итоговую сумму. Отметим, что, хотя аббревиатура «ЭВМ» в своей расшифровке содержит слово «ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ», подсчет этой итоговой суммы в данной работе — единственное вычислительное действие.

В верхней части бланка ЭВМ автоматически впечатывает адрес, который она «помнит» для каждого из миллионов абонентов. До введения в действие такой электронной «работницы» адрес вписывали шариковой ручкой несколько сотен сотрудниц, которые уставали, не были довольны своей работой и, разумеется, допускали ошибки. Теперь случай неверного адреса просто исключен, а сотни канцелярских работников высвобождены для более полезной деятельности.

Выше приведен пример такого счета, выписанный ЭВМ. На его составление ушло несколько миллисекунд времени компьютера, около трех секунд работы печатающего устройства и 0 (ноль) секунд ручного труда. По сравнению с минутами, которые надо было тратить ранее на записывание только одного адреса, разница огромная, не говоря уже об исчезновении ошибок.

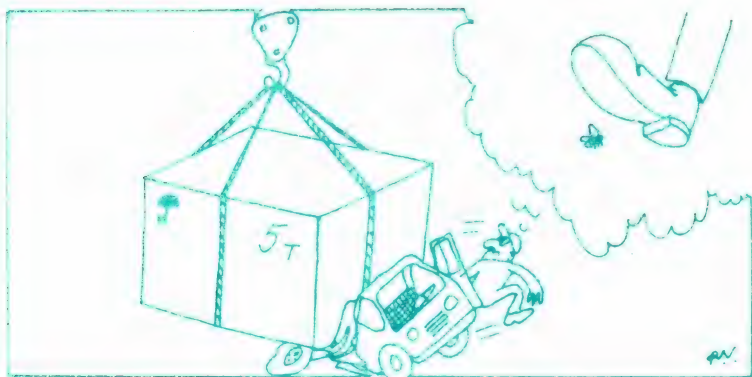
Вернемся снова к подготовке с помощью ЭВМ деловой корреспонденции. Представим себе, что наше письмо, составленное компьютером, пришло на завод «КА-ЛИБР» и попало на стол к главному инженеру завода. Что он делает, прочитав письмо?

— Мария Ивановна (секретарю), зайдите, пожалуйста. Подготовьте приказ: «Старшему инженеру отдела снабжения А. Б. Сидорову 20 марта отбыть на грузовой автомашине в г. Могилев по адресу... возьмите из этого письма, для получения столько-то штук изделий таких-то (тоже из письма). Транспортному отделу — выделить грузовую автомашину и водителя. Финансовому отделу и отделу снабжения — подготовить к 18 марта командировочное удостоверение и доверенность на имя А. Б. Сидорова. Начальнику склада — обеспечить место на складе для размещения привезенных изделий. Записали? Вот вам письмо; приказ подготовьте — ко мне на подпись, а письмо потом подшейте в дело.

Если бы это письмо получил компьютер, он поступил бы гораздо эффективнее, сразу напечатав готовые документы, ожидающие только подписи и печати:

1. Приказ со всеми необходимыми пунктами, касающимися действий упомянутых выше служб.
2. Командировочное удостоверение и доверенность на имя Сидорова, расходный ордер на выдачу ему денег.
3. Документы на получение горючего. Предложение (проект распоряжения) на выделение конкретной машины.

При таком способе реакции на входящие документы ЭВМ позаботится о том, чтобы была выделена автомашина нужной грузоподъемности. Заметим, что начальнику транспортного отдела в приказе, проект которого записала секретарь, не указано, сколько весят и какой объем имеют получаемые изделия, а ЭВМ это легко извлечет из своей памяти. Поэтому при ручном принятии решений может оказаться, что пошлют полутоннажную машину за пятитонным контейнером. При машинном делопроизводстве такой случай (при верно составленных программах ЭВМ) исключен.



Если завод исчерпал лимит горючего на данный месяц или на складе нет места для размещения получаемого товара, то при ручном методе это станет известно руководству только через пару дней, когда начальник транспортного отдела прочтет приказ и воскликнет «А где ж мы бензин возьмем?!» При работе с ЭВМ тревожный сигнал появится на дисплее у руководителя или его секретаря уже через секунды после получения входящего письма.



Кстати, что означает «получение письма», когда письмо обрабатывает машина? Здесь возможны два пути. Либо письма путешествуют по почте в виде обычных бумажных листков, покрытых четкими (обязательно четкими, стандартными!) изображениями букв, цифр и знаков препинания. Лучше всего, если эти письма печатают ЭВМ, тогда ЭВМ получателя может легко прочесть их (см. раздел «ЭВМ и распознавание образов»). Но если и отправитель, и получатель — машины, то зачем пересылать по почте физический носитель — бумагу? Гораздо быстрее переслать информацию по каналу связи и тогда текст письма окажется в памяти машины — получателя уже через несколько минут.

Рассмотренный пример с письмом на завод «КА-ЛИБР»\* иллюстрирует основные принципы подхода, получившего название безбумажного делопроизводства. Иногда говорят также о безбумажной технологии, особенно при проектировании сложных объектов. Подробнее об этом можно прочитать в специальной литературе [16].

Завершая обсуждение использования ЭВМ в обработке текстов, отметим два важных обстоятельства:

Во-первых, набор и качество услуг, оказываемых компьютером автору любого документа, книги, письма, зависят не столько от типа и аппаратурных возможностей данного компьютера, сколько от качества заложенных в него программ. Поэтому если в отпечатанном тексте неверно выполнен перенос, то это не «ЭВМ ошиблась», а неаккуратно составлена программа.

Во-вторых, использование ЭВМ и программ любого качества не может улучшить содержание текста. Необходимо, чтобы автору было о чем писать. Здесь компьютер помочь практически не может. То же самое относится и к безбумажному делопроизводству. Если составлен план и сделаны заказы так, что приходится получать все изделия в последние три дня месяца, никакая ЭВМ не поможет получить дополнительный транспорт и бензин, потребности в которых на этот период будут значительно больше средних. Но та же ЭВМ может помочь перестроить планы и планировать заказы с минимальными пиковыми нагрузками.

---

\* При описании этого примера мы сознательно допустили значительные упрощения реальных процессов.



Больной, пришедший в поликлинику, является для врача прежде всего источником информации. Врач начинает с того, что собирает анамнез\*, задает вопросы и торопливо, чтобы хватило времени на всех ожидающих приема, записывает ответы в историю болезни.

Зачем врач беседует с больным? Чтобы получить информацию, на основании переработки которой он постарается поставить диагноз. Врач выявляет и запоминает признаки заболевания. Но во многих случаях этого недостаточно. Тогда врач применяет технические средства для получения дополнительной информации: ставит больному градусник, делает электрокардиограмму... Но рано или поздно наступает момент, когда врач считает собранную информацию достаточной для переработки ее с целью установить характер заболевания.

Итак, переработка информации. Как же превратить множество выявленных признаков в диагноз? Вот если бы повышение температуры могло быть только при гриппе, тогда, взглянув на градусник, сразу можно было бы установить — у больного грипп. Но ведь повышенная температура бывает и при десятках других заболеваний! Вот и попробуй по одному этому признаку определить, грипп у больного или что другое! А ведь нередко врач, опрашивая и обследуя больного, устанавливает десятки симптомов тех или иных заболеваний.

Когда на помощь врачу придет компьютер (не в экспериментах, как это кое-где уже осуществлено, а во всех или в большинстве поликлиник), картина изменится. Возможность использования электронно-вычислительной техники в лечебной практике предвидели еще в начале 70-х годов [17]. Однако за прошедшие годы компьютеры значительно усовершенствовались. Появились новые возможности.

\* Анамнез — информация об условиях, предшествовавших данному заболеванию, и об истории развития болезни.

В недалеком будущем на столе у врача будет стоять персональный компьютер (ПК), соединенный линией связи с большой ЭВМ поликлиники или больницы. Эта ЭВМ, в свою очередь, может связаться с компьютерами других ведомств, с хранилищами знаний, справочными системами и т. д. Посмотрим, какие особенности может иметь врачебный прием в этом случае.

В начале беседы ПК напомнит врачу, когда пациент в последний раз был на приеме, когда и какие лабораторные исследования для него проводились, какие из полученных результатов имеют отклонения от нормы. Отметим, что результаты анализов не надо будет подклеивать в карточку, так как они прямо из лаборатории будут переданы в машинную память.

Теперь врач не должен торопливо записывать ответы больного и выявленные признаки заболевания. Ему приходится лишь время от времени нажимать некоторые клавиши. Процесс врачевания приобретает качественно новый характер.

Нередко при назначении лекарства врач выбирает одно из нескольких средств, обладающих сходным воздействием. В таких случаях компьютер может, например, напомнить, что одно из средств было два года назад назначено родной сестре пациента и вызвало аллергическую реакцию. Другое средство пациент получал в значительных дозах при серьезной болезни год назад, и его повторное применение может вызывать привыкание организма к этому лекарству. Третьего средства (по сведениям ЭВМ Аптекоуправления) на этой неделе нет в продаже и оно поступит лишь в будущем месяце.

Больному можно будет сразу же сообщить, в какой аптеке в данный момент имеется прописанный ему препарат. Эти сведения также выдаст ЭВМ Аптекоуправления.

Пользуясь связью с другими компьютерами, ЭВМ врача может спланировать лечение или обследование в стационаре и зарезервировать место через ЭВМ горздрава.

## Компьютер подсказывает диагноз

Недавно в ФРГ разработан новый метод диагностики многих заболеваний. Раз в год больному делают снимки глазного дна. Компьютер до мельчайших подробностей



«запоминает» фотографии, сравнивает их между собой и анализирует. Оказывается, при различных заболеваниях появляются незначительные изменения в кровеносных сосудах глазного дна, которые и выявляет компьютер. Специалисты считают, что таким образом можно обнаружить некоторые заболевания, включая диабет, атеросклероз, начинающийся инфаркт, гораздо раньше, чем традиционными методами.

Новый совершенно безболезненный метод диагностики не занимает много времени и не требует специального медикаментозного расширения зрачков больного.

Представим себе, что больной пожаловался на сильные головные боли в последние 2—3 дня. Врач дал компьютеру команду наметить план исследования причин болезни. К удивлению врача компьютер поинтересовался, не было ли у пациента аналогичных симптомов в конце июля (дело происходит в середине августа). Больной припомнил, что 28—30 июля он действительно испытывал такие же головные боли, но к врачу не обращался. После этого компьютер сообщил вероятный диагноз: «Нарушения в сердечно-сосудистой системе» и выдал список необходимых дополнительных анализов. Когда врач затребовал промежуточные данные, послужившие основой для такого диагноза, компьютер указал, что по сведениям местного Гидрометцентра, полученным по каналу связи, в последние несколько дней, как и в конце июля, наблюдалось резкое понижение атмосферного давления. Вероятно, понижение давления вызывает у этого больного головные боли определенного характера.

Фантастика? — спросит недоверчивый читатель. Нет, — отвечаем мы, — всего лишь научное предвидение, высказанное еще полтора десятилетия назад в упомянутой книге [17]. Сегодня оно уже осуществлено, пока, правда, в порядке эксперимента. А завтра возможности использования компьютера в медицине, как и в других сферах нашей жизни, станут еще грандиознее.

### Компьютер ведет профосмотр

Тысячи врачей периодически проводят профилактические осмотры населения с целью выявления хронических заболеваний на ранней стадии, наблюдения за выявленными больными. Почти вся работа этих врачей сводится к расспросам обследуемых, записям ответов и лишь в редких случаях, при отклонениях от нормы, выписке направлений на анализы или на консультации к специали-



ЭВМ проводит профосмотр

там. Но все это может и компьютер, если для него составлена подходящая программа.

В объединении «Авто-ЗАЗ» при участии Запорожского облздравотдела и Министерства здравоохранения УССР разработана автоматизированная система медицинских осмотров и исследований (сокращенно АСМОИ), включающая подсистемы «Регистратура», «Анамнез», сбор антропометри-

ческих, лабораторных и других обследований, а также подсистему объективной врачебной диагностики.

Обследуемый усаживается перед экраном, на котором поочередно высвечиваются вопросы, и нажатием клавиш (как на пишущей машинке) отвечает на эти вопросы.

Прежде всего надо ответить на вопросы регистратуры:

1. Фамилия, имя, отчество.
  2. Дата рождения.
  3. Пол.
  4. Профессия.
  5. Место работы.
  6. Домашний адрес.
  7. Дата осмотра.
- И т. д.

Затем на экране появляются вопросы анамнеза. Некоторые из типичных кадров с вопросами приведены в табл. 5—7.

Если обследуемый, прочитав вопросы табл. 7, нажмет в ответ клавишу «6» (гипертоническая болезнь, т. е. повышенное кровяное давление), то программа выведет на экран серию уточняющих вопросов о связи повышения давления и ухудшения состояния с атмосферным давлением, влажностью, физическими нагрузками и т. п.

подавляющее большинство обследуемых — практически здоровые люди. По окончании опроса компьютер сообщает им об этом. Лишь в случае отклонений от нормы компьютер даст указание обратиться к врачу по соответствующей специальности. Этому врачу уже не придется тратить время на опрос больного и заполнение карточ-

Таблица 5

БЕСПОКОЯТ ЛИ ВАС БОЛИ В ГОРЛЕ?

- 0. НЕТ.
- 1. РЕДКО.
- 2. ЧАСТО.
- 3. СПРАВА.
- 4. СЛЕВА.
- 5. СОПРОВОЖДАЮТСЯ ОЩУЩЕНИЕМ СУХОСТИ.  
И ПЕРШЕНИЯ.
- 6. ОХРИПЛОСТЬ ГОЛОСА: ПЕРИОДИЧЕСКАЯ.
- 7. ОХРИПЛОСТЬ ПОСТОЯННАЯ.
- 8. ОХРИПЛОСТЬ ИЗРЕДКА.
- И т. д.

Таблица 6

БЕСПОКОЯТ ЛИ ВАС ПЕРИОДИЧЕСКИЕ  
ГОЛОВНЫЕ БОЛИ?

- 0. НЕТ.
- 1. ДА.
- 2. ЧАЩЕ В ОДНОЙ ПОЛОВИНЕ ГОЛОВЫ.
- 3. В ЛОБНО-ВИСОЧНОЙ ОБЛАСТИ.
- 4. В ОБЛАСТИ ТЕМЕНИ.
- 5. В ЗАТЫЛОЧНОЙ ОБЛАСТИ.
- И т. д.

Таблица 7

ПЕРЕНЕСЕННЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ

- 0. В ПРОШЛОМ НЕ БОЛЕЛ.
- 1. АНГИНЫ 2 РАЗА В ГОД И ЧАЩЕ.
- 2. ВРОЖДЕННЫЙ ПОРОК СЕРДЦА.
- 3. РЕВМАТИЗМ.
- 4. ИШЕМИЧЕСКАЯ БОЛЕЗНЬ СЕРДЦА,  
СТЕНОКАРДИЯ.
- 5. ИНФАРКТ МИОКАРДА.
- 6. ГИПЕРТОНИЧЕСКАЯ БОЛЕЗНЬ.
- И т. д.



ки — все важные сведения о больном, результаты анализов сразу же высветятся на экране или напечатаются компьютером.

Широкое внедрение АСМОН или другой аналогичной системы позволит обеспечить более раннее выявление заболеваний, своевременное их лечение, а за счет этого — сократить время пребывания работников в нетрудоспособном состоянии, сделать их лечение более эффективным. Будут сэкономлены время и силы медперсонала и сокращены затраты на медицинское обслуживание населения.

В вычислительном центре Министерства здравоохранения СССР подсчитали, что одна лишь экономия за счет систематических профилактических осмотров работников автомобильной промышленности составит около 120 млн. руб. в год.

\* \* \*

В здравпункте завода вычислительных электронных машин открылся центр по ежегодной диспансеризации работников предприятия. Регистратор не записывает данные о пациенте в карточку, а заносит их в память электронной машины. После этого пациента направляют в комнату диалога с ЭВМ [18].

На шести столах установлены дисплеи. Пациента усаживают за один из них, и начинается беседа с ЭВМ.

Допустим, пациент отвечает утвердительно на вопрос: «Беспокоят ли вас периодические головные боли?» (табл. 6). Тогда машина начинает подробно расспрашивать, какие это боли, после чего появляются, от каких лекарств проходят. И так по каждой жалобе.

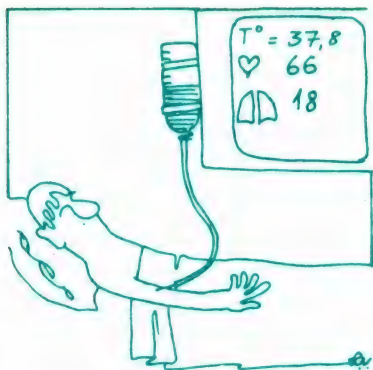
В кабинете функциональной диагностики врач не тратит времени на расспросы больного о состоянии его здоровья и запись ответов. Он вызывает нужные данные о жалобах пациента на дисплей, а сэкономленное время использует для более тщательного осмотра больного.

После этого ЭВМ дает итоговую информацию о состоянии здоровья работников, предварительный диагноз и рекомендации. На основании этих данных врач назначает лечение, если оно необходимо.

### Компьютер дежурит в палате

В палате интенсивной терапии лежит тяжело больной человек. На высоком штативе подвешен сосуд с лекарственным раствором, капля за каплей поступающим в кровь больного. Скорость поступления лекарства и его

состав (обычно оно состоит из нескольких компонентов) должны определяться в зависимости от состояния больного. Если, например, резко ухудшилась работа сердца, следует срочно добавить стимулирующее средство. Понятно, что трудно обеспечить постоянное дежурство врача, который сможет одновременно следить за пульсом, давлением, дыханием, ритмичностью работы сердца и постоянно корректировать состав раствора в зависимости от состояния наблюдаемого.



Компьютер в палате  
тяжелобольного

Однако с этим прекрасно справляется компьютер. Датчики, закрепленные на теле больного, передают показания в ЭВМ, скажем, раз в минуту. В зависимости от состояния больного компьютер дает команду исполнительным механизмам, представляющим собой, грубо говоря, дистанционно управляемые вентили, регулирующие поступление отдельных видов лекарств в сосуд, из которого раствор подается в кровь больного. Таким способом состав лекарственного раствора может меняться каждую минуту на основании изучения состояния больного в начале этой минуты. Никакой коллектив врачей из плоти и крови не в состоянии обеспечить такую точность подачи лекарств. Этот же компьютер может в зависимости от состояния больного управлять микроклиматом в палате с помощью кондиционера (регулировать температуру, влажность, подачу кислорода...). Если один из измеряемых параметров примет угрожающее значение, скажем, при повышении температуры до 40°, компьютер подаст сигнал для вызова дежурного врача.

### ЭВМ В ИСТОРИИ, ЛИТЕРАТУРЕ И ИСКУССТВЕ

Тематический вечер под таким названием состоялся однажды в Московском Доме ученых. Специалисты по применению ЭВМ в литературе, музыке, изобразительном искусстве рассказывали о своей работе, демонстрировали достижения.

Да, действительно, ЭВМ уже умеет сочинять рассказы, стихи, музыку. Однако музыка, созданная ЭВМ, пока еще никаких эмоций у слушателей не вызывает, а рассказы годятся разве что в качестве примеров нераспространенных предложений для начальной школы (все грамматически правильно!). Рисунки, выполняемые машиной, тоже отнюдь не высокохудожественны. Однако известно, что «ни один гениальный живописец не проведет прямую линию так ровно и аккуратно, как это делает простой смертный с помощью обыкновенной линейки». А машина воспроизводит заданный узор много-много раз с поразительной точностью. Представители одного из институтов АН СССР продемонстрировали возможность использования ЭВМ в качестве узоропечатающей машины. Однажды заданный узор повторяется «наоборот» или со сдвигом, или в форме зеркального отображения... Короче: получаются удивительные по точности выполнения орнаменты, применяемые для обоев, рисунков на ткани, росписи стен и т. д.

Гораздо более эффективным оказалось применение ЭВМ для исследований в области литературы, музыки, изобразительного искусства и особенно при расшифровке кодированных или «нечитаемых» текстов, над которыми безуспешно бились лингвисты.

Филологи утверждают, что каждому писателю присущи некоторые весьма часто повторяющиеся в его произведениях слова или словосочетания. Многократная проверка подтвердила это. Но подсчитать частоту повторения отдельных слов и словосочетаний оказалось возможным только с помощью ЭВМ. Были составлены программы, которые позволяют достаточно достоверно решить, принадлежат ли два данных произведения одному и тому же автору, установить влияние одного автора на творчество другого.

Сравнивая поэмы великих английских поэтов Дж. Милтона (XVII в.) и П. Шелли (начало XIX в.), установили несомненное влияние поэм Мильтона на творчество Шелли. Как сообщалось в печати, «профессор статистики Станфордского университета (США) Брэдли Эфрон уверен, что ему удалось установить соавторство Вильяма Шекспира в недавно обнаруженной литературоведами поэме. Используя программу сравнения повторяемости слов и словообразований, ученый пришел к выводу, что небольшое стихотворное произведение, найденное в библиотеке Оксфордского университета, скорее



всего принадлежит перу гениального английского поэта и драматурга».

ЭВМ может также вполне достоверно решить вопрос о принадлежности одному и тому же автору двух музыкальных произведений. Анализируя симфонии, написанные в XVIII в., удалось установить, что некоторые из них, приписываемые великому венскому композитору Й. Гайдну, в действительности написаны Ф. Покорным. С помощью ЭВМ составлены также тематические указатели, построенные на выявлении большого количества факторов, доступных музыковедческому анализу.

### ЭВМ — переводчик

Около 150 тыс. научно-технических журналов и бюллетеней выпускается на различных языках нашей планеты. Только за один год в них печатается пять-шесть миллионов статей. За год появляется также до полумиллиона описаний изобретений, научных отчетов, диссертаций...

Всесоюзный институт научной и технической информации АН СССР (ВИНИТИ) обрабатывает ежегодно около миллиона статей из различных областей науки и техники. Особенно много статей — на английском. Но даже самый опытный специалист не может подготовить больше 7—8 страниц перевода или реферата в день, 150—170 страниц в месяц. Армия переводчиков задыхается от перенапряжения, а объем разноязычной информации все растет.

Инженеры, ученые и другие специалисты пытаются самостоятельно знакомиться с нужной им иноязычной информацией и тратят еще больше времени, чем профессиональные переводчики.

А не поручить ли перевод компьютеру?

Удовлетворительно перевести высокохудожественное произведение компьютер, разумеется, не сможет: слишком многовариантными оказываются подчас одни и те же слова. Вот, скажем, слово «ключ»: это ключ к квартире, шифру и небольшой родник... Какой из них имеет в виду автор художественного произведения, зависит от контекста. Буквальный, т. е. дословный перевод может оказаться бессмысленным, даже если каждое слово в предложении имеет единственный смысл.

Замечательный писатель, литературовед, переводчик К. И. Чуковский подчеркивал: «... буквальный перевод

никогда не может быть переводом художественным. Буквальная копия произведения поэзии есть самый неточный, самый лживый из всех переводов. То же можно сказать и о произведениях художественной прозы» [19, с. 293]. Далее Чуковский рассказывает (со слов академика Е. В. Тарле), что еще до Октября в Киеве вышла переведенная с немецкого книга об экономике Украины. В качестве эпиграфа к оригиналу автор выбрал первые строки «Полтавы» — тоже, разумеется, на немецком. Мы напомним их читателю по-русски:

Богат и славен Кочубей.  
Его луга необозримы;  
Там табуны его коней  
Пасутся вольны, нехранимы...  
И много у него добра,  
Мехов, атласа, серебра...

Но вместо того чтобы взять подлинник Пушкина, киевский переводчик дословно «переложил» его обратно на русский. Вот что получилось:

Был Кочубей богат и горд,  
Его поля обширны были,  
И очень много конских морд,  
Мехов, сатина первый сорт  
Его потребностям служили...

Перевод художественных произведений даже с помощью самого мощного современного компьютера вряд ли оказался бы более удобочитаемым.

Перевод технической и политической информации не требует столь сложных поисков удачной формы. Такие тексты отличаются конкретностью и сравнительной простотой языковых конструкций; их лексика беднее словаря художественных произведений. Правда, там встречается много специфических терминов, но они большей частью переводятся однозначно. Все это послужило основой для разработки принципов машинного перевода технической и политической литературы уже в середине нашего столетия. Впрочем, о серьезных успехах этих разработок говорить пока преждевременно.

### Кавиль — юный бог кукурузы

С XVIII в. в Дрезденской библиотеке хранилась сложенная гармошкой рукопись с письменами, напоминающими те, которые вырезаны на стенах древних храмов полуострова Юкатан в Центральной Америке. А когда были

обнаружены и изучены еще две рукописи («Мадридский кодекс» и «Парижский кодекс»), ученые догадались, что эти книги — остатки древней культуры майя, индейских племен, достигших значительных успехов в развитии науки, ремесла, искусства. Но в процессе «христианизации» завоеватели сожгли большие по тем временам библиотеки майя. Их культура была по существу уничтожена, а имевшиеся в Европе рукописи долго считались нечитаемыми. Сотни специалистов более ста лет безуспешно пытались прочесть рукописи. Это оказалось возможным лишь с помощью ЭВМ, которая по довольно сложной программе перебрала великое множество вариантов расшифровки. В апреле 1961 г. советские ученые прочитали в Новосибирске первую осмысленную фразу:

Кавиль — юный бог кукурузы, обжигает  
сосуды из белой глины...

...В Мексике, Гватемале и прилегающих странах Центральной Америки и поныне живут миллионы индейцев майя. Если бы в этих странах воспользовались результатами работы советских ученых, индейцам можно было бы вернуть культурное наследие их предков. Если бы воспользовались...

### Компьютер — партнер в игре

Персональные компьютеры (ПК) на заре своего появления (в начале 80-х годов) служили в основном развлекательным целям. Первые ПК продавались как своего рода игрушки. На них можно было играть в специальные игры, получившие название «видеоигр». Такой компьютер выпуска 1984 г. имел вид клавиатурного блока чуть толще альбома для рисования. Он подключается к любому домашнему телевизору и стандартному кассетному магнитофону. После этого на магнитофон можно поставить кассету с записанной на ней программой видеоигры и включить магнитофон на воспроизведение. Программа введется или, как говорят, «загрузится» в память ПК и можно будет начать игру.

Вот типичная видеоигра для дошкольников. На экране в центре — голубой робот, а по краям расставлены переносные садовые опрыскиватели. Внизу растет цветок, на который все время нападают прожорливые гусеницы, снующие по всему экрану. Играющий может управлять



роботом, двигая его во всех четырех направлениях. Если робота подвести к одному из расставленных по углам опрыскивателей, он «вооружается» для борьбы с гусеницами. Когда у робота уже есть опрыскиватель, можно заставить его нажимать на спуск, истребляя гусениц. Если замешкаться, то гусеницы сожрут робота или цветок и игра считается проигранной.

А вот игра посложнее. Требуется отыскать сокровища, спрятанные в пещере, преодолев различные препятствия в виде лабиринтов, чудовищ и гномов. Во время путешествия нужно использовать разные «волшебные» вещицы, собрав их по дороге, и не попасть в щедро разбросанные ловушки.

С таким ПК можно играть и в популярные у нас видеоигры «хоккей», «теннис», сражаться в крестики-нолики, морской бой, шахматы и т. д. Видеоиграми увлекаются не только дети, но и взрослые.

«Очень важно, чтобы в научной работе всегда оставалось место для шутки и развлечения... Продуктивность научных исследований в вычислительной технике, как в серьезных, так и в шуточных разработках, объясняется прежде всего свободной теоретической атмосферой, в которой новые идеи, по-видимому, порождаются наполовину людьми, а наполовину самими машинами. Можно даже сказать, что без этого веселого настроения не было бы и быстрого научного прогресса» [20].

Важно отметить, что тот же игровой домашний микрокомпьютер, с которым можно часами сражаться в морской бой, с успехом служит в качестве неутомимого репетитора, предлагающего арифметические или физические задачи, а затем тщательно проверяющего их решение. Он сам напомним правило грамматики, которое забыл ученик, покажет цветной чертеж, чтобы легче уложилась в памяти трудная теорема, объяснит заново тему, если ученик болел или был не слишком внимательным в классе. Об этом мы подробнее расскажем в следующем разделе.

## КОМПЬЮТЕР В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Применение электронно-вычислительной техники позволяет повысить эффективность учебного процесса в средней и высшей школе и, в частности, облегчить работу преподавателя.

Пусть, например, для студентов I курса инженерного

вуза предлагается контрольная работа по аналитической геометрии на плоскости:

Дан треугольник с вершинами  $A(-8; 7)$ ,  $B(0,0)$ ,  $C(4, 3)$ . Найти длину и уравнение стороны  $BC$ , длину и уравнение высоты  $AM$ , определить величину угла  $B$  и площадь треугольника.

Если всем студентам предложить одно и то же задание, то может случиться, что один будет добросовестно решать задачу, а второй постарается переписать решение у соседа. Значит, преподаватель должен составить 30 разных заданий?

На помощь приходит компьютер. С помощью клавиатуры задание будет набрано лишь один раз. Затем вступает в действие команда ПРЕОБРАЗОВАНИЕ, и в следующем экземпляре распечатки окажется треугольник  $A(-3; 7)$ ,  $B(5; 0)$ ,  $C(9; 3)$ . Затем появится треугольник  $A(-8; 2)$ ,  $B(0; -5)$ ,  $C(4; -2)$  и т. д. Исходный треугольник в каждом новом задании будет просто сдвинут на 5 или на любое заранее заданное число единиц вправо или влево, вверх или вниз; можно также поворачивать треугольник на заданный угол или изменять другие параметры. Печатающее устройство выдаст 30, 40, 50... вариантов задачи, каждый студент получит «свое» задание. Разбираться в сходстве и различии вариантов для студента будет сложнее, чем попросту решить свое задание. По этому же принципу можно варьировать задания для рассылки заочникам.

В качестве другого примера рассмотрим задачу на составление квадратного уравнения для учащихся 8-го класса:

Поезд был задержан на 6 мин и ликвидировал опоздание на перегоне в 20 км, пройдя его со скоростью на 10 км/ч большей, чем полагалось по расписанию.  
Определить скорость поезда по расписанию.

Затем вступает в действие команда ПРЕОБРАЗОВАНИЕ, и в следующем экземпляре распечатки окажется, что поезд был задержан на 16 мин и ликвидировал опоздание на перегоне в 80 км; потом перегон окажется длиной в 420 км, задержка — полчаса, а увеличение скорости на 2 км/ч и т. д.

Разумеется, многие преподаватели пользовались методом варьирования заданий и в «докомпьютерную» эпоху; для каждой задачи заготавливали 6 или 8 вариантов, каждый вариант печатали на машинке в нескольких экземплярах...

При наличии в школе компьютера с достаточным числом видеотерминалов тексты задач можно даже не печатать на бумаге, а выдавать на терминалы, стоящие перед каждым учеником. Первые несколько задач ученик решит привычным способом — в тетради; последующие он сможет решать на том же экране, используя клавиатуру, такую же, как у пишущей машинки. А компьютер проверит и проанализирует его знания, укажет ошибку, задаст наводящий вопрос.

Ученик, не очень прочно усвоивший приемы решения задач, может поупражняться после уроков дополнительно. Если самостоятельно решит три типовые задачи, компьютер предложит более сложную; если не сможет без подсказки решить ни одной из трех задач, компьютер предложит... обратиться за помощью к преподавателю. Для учебных компьютеров будут разработаны обучающие программы и по другим предметам.

В Новосибирском университете считают, что применение ЭВМ в учебном процессе изменяет характер работы обучаемого. Если в обычном классе учащийся привыкает с помощью законов математики и физики вычислять, находить, в лучшем случае доказывать что-либо, то в компьютерном классе эти функции берет на себя ЭВМ. Тогда закономерен вопрос: что остается делать обучаемому? Происходит смещение акцентов — из исполнителя он превращается в творца: учится управлять компьютером, т. е. становится хозяином положения. А это сказывается на изменении его мышления.

Выпускники школ, прошедшие обучение в компьютерном классе, часто выбирают профессии, непосредственно не связанные с ЭВМ, — медицину, педагогику. Но, поступая в вузы, они уже видят, что может дать применение ЭВМ в их будущей профессии.

Компьютер становится посредником между учителем и учеником, он организует процесс обучения в соответствии с физиологической, психологической, интеллектуальной индивидуальностью. В традиционном обучении все вынуждены двигаться в одном темпе. Использование компьютера позволит каждому учащемуся выбрать оптимальную для него скорость подачи и усвоения материала. Но несмотря на такую помощь преподавателя, численность каждой группы компьютерного класса не должна превышать 12—15 человек.

...Сидя у себя дома или в учебном кабинете, где установлен ПК, студент-первокурсник включает програм-



му «Определенный интеграл». Лектор, читающий для ста и более студентов, не может подстроиться к скорости восприятия каждого, а ПК — может. Поэтому он и называется персональным, что работает с каждым пользователем в отдельности. Один студент — сангвиник\*, воспринимает информацию быстро, усваивает тему за час-полтора. Другой — флегматик\*\* — медленнее; по его требованию ПК повторит отдельные этапы объяснения, изменив формулировки, приведет дополнительный пример, предложит выполнить лишнее упражнение, решить еще одну задачу. Флегматик усвоит тему за два или даже за три часа. Но оба студента усвоят тему прочно, ибо компьютер обеспечивает постоянную обратную связь с обучаемым, то и дело задавая контрольные вопросы и устанавливая темп обучения в зависимости от ответов на эти вопросы, от успешности решения задач.

А если учащийся, просидев за компьютером три-четыре часа, устанет, он может переключить программу, и тот же ПК предложит ему телегазету или детективный рассказ, страницу за страницей которого можно читать на экране (или слушать, как будет читать диктор)...

\* \* \*

Сотни тысяч учителей русского языка, обучая орфографии и пунктуации, проводят диктанты. Десятки миллионов школьников списывают сотни миллионов тетрадей. Тысячи тонн высококачественной писчей бумаги уходят в макулатуру.

Но уже сегодня можно поберечь голосовые связки учителя и заставить диктовать магнитофон. Мало того, в наушники каждого ученика можно подавать различные тексты. «Писать» диктант учащийся может на своем экране, пользуясь клавиатурой; по мере надобности он сможет вносить поправки. И, подав сигнал о завершении работы, сразу же прочитает на экране, сколько и каких ошибок он допустил, какую заслужил оценку.

Разбор твоих ошибок  
корова, а не карова;  
раненый казак, а не раненный казак;  
перед «что» пропущена запятая;  
«как-нибудь» надо писать через дефис.  
Общая оценка: 3.

---

\* Для сангвинического темперамента характерны живость, подвижность, активность, быстрота реакции (и запоминания).

\*\* Для флегматического темперамента характерны медлительность, спокойствие, слабое внешнее выражение чувств, более медленная реакция и более медленное восприятие новой информации.

Если ученик пишет не очень грамотно, он может после занятий поработать индивидуально. Магнитофон никогда не устанет диктовать ему все новые и новые тексты. Мало того, составленная при участии ведущих методистов-словесников программа подметит, что большинство ошибок ученика — на правописание безударных гласных, и предложит специально разработанный для этого случая диктант.

А на сберегаемых ежегодно тысячах тонн высококачественной тетрадной бумаги можно будет печатать немало художественной литературы и научно-популярных книг.

### Что такое талисман?

— Эта заморская диковина может стать твоим талисманом, — сказала тетушка Дебора.

— А что это такое — талисман?

— Если я тебе скажу, у тебя в одно ухо войдет, в другое выйдет. Посмотри в словаре.

Я, конечно, ответил:

— Очень-то нужно.

Но она хорошо знала, что я полезу в словарь.

Джон Стейнбек. «Зима тревоги нашей»

Ныне, к сожалению, желанием учиться в полную силу горит не каждый. Единственный способ привить вкус к познаниям (и тем самым к активной учебе) — сделать процесс познания **интересным**.

Любознательность, неутомимость в процессе познания — одна из характерных особенностей человеческого разума. Но вот в чем парадокс: подросток может неутомимо вычислять, сколько пшеничных зерен должен был получить в награду легендарный изобретатель шахматной игры, сколько часов или суток будет лететь к Марсу межпланетный корабль. Интересно! А определять, за сколько дней два трактора вспашут поле, искать традиционный икс будет из-под палки или бросит вообще. Неинтересно!

Подросток может часами подбирать для кроссворда «домашнее животное из пяти букв», с упоением читать малохудожественный детектив, чтобы узнать, кто же совершил кражу. Интересно! А упражнение на глухие и звонкие согласные тот же подросток выполнит с отвращением или постарается списать у соседа. Неинтересно!

Учиться же с помощью компьютера, самостоятельно работать с клавиатурой, наблюдать появление набира-

емого текста на экране — интересно! Заинтересованность учащегося — неперенное и чаще всего вполне достаточное условие успешной учебы.

Вот уже лет десять в некоторых вузах Москвы и других городов вступительные экзамены по математике принимаются с помощью ЭВМ. Экзаменационные задания составляют из многих (10—20 и более) отдельных задач, которые сформулированы так, чтобы в качестве ответа получилось целое число или десятичная дробь. В компьютер заранее вводят ответы, и он печатает общую таблицу результатов, из которой видно, что абитуриент номер 0794 правильно ответил на вопросы 1, 3, 4, 6, 7, 8, 10, а на вопросы 2, 5, 9 ответил неправильно и что такую работу рекомендуется оценить тройкой. Экзаменатору остается лишь бросить взгляд на таблицу и утвердить (или в отдельных случаях исправить) рекомендации компьютера.

Кроме того, компьютер сообщает, что при решении задачи 1 оказалось 1217 верных ответов и 533 неверных, задачи 2 соответственно 1326 и 424 и т. д., что мальчики решили верно 68,2% задач, девочки — 74,5%, а также любые другие сведения, интересующие приемную комиссию.

С помощью компьютера легко, например, получить таблицу для сравнения оценок в аттестатах абитуриентов с оценками на вступительных экзаменах (табл. 8).

Разумеется, числа в таблице приведены произвольно. Однако расхождения между средним баллом в аттестатах и на вступительных экзаменах для многих вузов Москвы весьма типичны.

Таблица 8

	Средний балл аттестата	Средний балл на вступительных экзаменах	Расхождение
Всего	4,68	3,86	— 0,82
В том числе:			
по математике	4,39	3,27	— 1,02
по физике	4,42	3,38	— 1,04
Школы Москвы	4,45	3,87	— 0,58
Школы других городов	4,52	3,43	— 1,09
Сельские школы	4,31	3,33	— 0,98



Можно получить отдельную строку для каждого района или даже для любой конкретной школы. Такая таблица могла бы послужить поводом к серьезному разговору об уровне оценок в аттестатах и уровне действительных знаний их обладателей.

Во время экзаменационной сессии одни студенты сдают экзамены досрочно; другие, плохо подготовившись, получают неуды и потом пытаются пересдать «хвосты»... Появляются многочисленные ведомости, сводки, справки, направления на досдачу и пересдачу. Сотни людей на кафедрах, в деканатах, в учебной части тонут в море бумаг. Даже руководители вуза узнают о результатах сессии лишь после того, как работники учебной части составят итоговые сводки.

Еще более обширное бумажное море волнуется во время вступительных экзаменов. Огромное количество информации требует быстрой обработки для получения сведений о числе заявлений и о конкурсе на разные факультеты, о числе «провалившихся», об экзаменационных оценках и проходном балле.

Итоги сессии у студентов и результаты сдачи вступительных экзаменов могут быть обработаны гораздо быстрее с помощью компьютера. Скажем, в вычислительном центре Ярославского университета программа «Сессия» начала работать уже в 1979 г., программа «Абитуриент» — в 1981 г.

Сведения об экзамене, сданном студентом, результаты его экзаменационной сессии в тот же час заносятся в память компьютера. Учебная часть — «заказчик» и «пользователь» программы — может по запросам получать самые разнообразные сведения: результаты учебы любого студента, группы, курса, факультета по каждому отдельному предмету или по всем предметам в целом.

Программа «Абитуриент» до начала экзаменов обрабатывает сведения о том, сколько заявлений поступило от вчерашних школьников, от медалистов, от демобилизованных воинов, от производственников со стажем, какой конкурс намечается на том или ином факультете. А в период экзаменов заказчик — приемная комиссия — может в любой момент получить информацию о сданных экзаменах, об оценках любого абитуриента. Это программа:

1) осуществляет оперативную обработку данных о ходе поступления заявлений, о составе абитуриентов, о ходе сдачи вступительных экзаменов;

- 2) готовит документацию для зачислений;
- 3) анализирует итоги вступительных экзаменов;
- 4) формирует статистическую и ведомственную отчетность и данные для подсистемы «Контроль студентов», а эта, подсистема, в свою очередь, готовит данные для подсистемы «Сессия».

В крупных вузах страны действует единая автоматизированная система обработки данных (АСОД), которая получила наименование «Марс» и содержит подсистемы «Абитуриент», «Сессия», а также «Кадры преподавателей», «Контингент студентов», «Текущий контроль знаний», «Контроль исполнения» или некоторые из этих подсистем.

Но главная помощь обучению, которую окажет в недалеком будущем компьютер, — это революция в самом учебном процессе. Каждый студент в соответствии со своими способностями сможет учиться по индивидуальному плану, с индивидуальным «репетитором», роль которого выполнит ПК. Уже существуют обучающие программы, которые могут терпеливо вести учащегося от незнания к знанию, пока, правда, только для отдельных тем по некоторым дисциплинам.

### ЭВМ И РАСПОЗНАВАНИЕ ОБРАЗЦОВ

Число 8 и число 22 записываются одной цифрой; число триста сорок три — двумя цифрами (некоторые цифры могут повторяться). Всего лишь десятью различными цифрами люди научились записывать бесчисленное множество различных чисел.

В нижнем левом углу стандартных почтовых конвертов уже много лет печатается канва для шестизначного почтового индекса; на оборотной стороне печатаются стилизованные образцы записи цифр.

Различные народы на разных этапах своего развития пользовались различной нумерацией, разнообразными обозначениями цифр. Небольшие числа почти у всех народов обозначались когда-то нужным количеством точек или палочек.

Цифры племени майя  
Римские цифры

• ;	•• ;	•••
I ;	II ;	III

«Мы можем утверждать, — пишет профессор Э. Кольман, — что наши цифры 1, 2, 3, возникли из скорописной записи одной, двух, трех черточек. Римские цифры для этих же чисел воспроизводят черточки без всяких изменений» [21].

Цифры, которыми мы пользуемся, появились впервые в Индии около полутора тысяч лет назад вместе с десятичной позиционной системой счисления. Эта система оказалась более удобной, чем другие. Однако в Европе она стала известна лишь в XII в. от арабских\* ученых. Поэтому наши цифры в отличие от римских называются арабскими.

«Ничто не вечно под луной» — гласит известная поговорка. И цифры тоже постепенно меняли свой вид. Различные древние рукописи позволили проследить эволюцию записи цифр. Лишь к концу XV в. арабские цифры получили в Европе широкое распространение. Но форма их записи неоднократно менялась и позднее (рис. 14).

Римские цифры*	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	нет
Нынешние цифры	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Шрифт браминов I в. до н.э.	—	=	≡	⋈	∩	⋈	∩	9	3	нет
Индустан конец IX в. н.э.	7	2	3	4	4	<	2	7	9	0
Арабы конец X в.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Европейский рукописный, XII век	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Старейшие печатные знаки — 1474 г.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Эволюция написания "арабских" цифр										

\* Возникли у этрусков в VI–V вв. до н.э.

В последние десятилетия появились электронные часы с цифровой индикацией, настольные и карманные калькуляторы и другая вычислительная техника. На табло и в окошечках появляются цифры различной формы, обозначающие время в часах и минутах, температуру, результаты вычислений. Но несмотря на различие форм, человек редко ошибается, читая напечатанные или появляющиеся на табло цифры.

На некоторых городских зданиях, на многих вокзалах часы и минуты указываются несколькими горящими лампочками для каждой цифры (рис. 15).

Это удобно. Но как быть, если одна или две лампочки перегорели? Не ошибемся ли мы, принимая шестер-

\* Об этом говорилось в разделе «Как реализуют алгоритмы».



ку за пятерку, восьмерку за тройку? Сколькими точками (лампочками) отличается изображение одной цифры от изображения другой?



Рис. 15. Часы на Центральном телеграфе в Москве

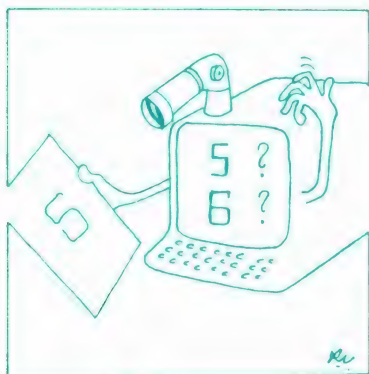
В последние годы появилась и еще одна проблема: распознавание образов машиной. Может ли машина «прочитать» цифры? Как добиться, чтобы машина не ошибалась, не принимала, скажем, восьмерку за тройку, если даже одна или две лампочки не горят?

Именно с этой целью и вводятся стандартизованные цифры на почтовых конвертах. Во многих почтовых предприятиях письма уже сортирует автомат, который умеет «прочитать» шестизначный почтовый индекс и направляет их в соответствующий этому индексу ящик для дальнейшей пересылки. Да и решение других проблем применения развивающейся электронно-вычислительной техники требует умения безошибочно «узнавать» записанные цифры, а для этого как раз и необходима стандартизация изображения цифр (а в дальнейшем и букв) как на бумаге, так и на табло различных устройств.

Электронные устройства самого различного назначения решают задачи, объединяемые общим названием — задачи распознавания образов. Решить такую задачу —

значит по отдельным признакам объекта отнести его к определенному классу. Например, электронное устройство, сортирующее почтовые отправления, должно распознавать образы цифр, которые мы с вами в стилизованном виде записываем в левом нижнем углу конверта. Рассмотрим этот процесс подробнее.

Задача считывания индекса решается после того, как автомат установит



Пятерка или шестерка?

конверт или открытку в строго определенном положении относительно считывающего фотоэлектронного «глаза». Это делается с помощью жирной черной линии, специально нанесенной на определенном расстоянии от начала поля индекса. Перемещается при этом конверт или сам фотоглаз — несущественно, это зависит от конструкции устройства. Осмотр фотоглазом каждого из шести прямоугольников, выделенных для цифр индекса, может начинаться, например, с левого верхнего угла, отмеченного на рис. 16 буквой «А».

1	A	—	—	—	—	+
2	!					+
3	!			+		!
4	!		+			!
5	!	+				!
6	+	—	—	—	—	+
7	!				+	!
8	!			+		!
9	!		+			!
10	!	+				!
11	+	—	—	—	—	+

Рис. 16. Отдельная цифра почтового индекса

Луч считывающего устройства последовательно пробегает\* поле, отведенное для цифры индекса построчно, слева направо, сверху вниз. В каждой из отмеченных на рисунке одиннадцати строк электронное устройство распознает наличие или отсутствие штриха в начале (слева), в середине и в конце (справа) сканируемой строки. Именно на этом этапе выявляются компьютерные свойства сортировочного автомата: распознавание образа одной из десяти возможных цифр выполняется стандартным для программируемых ЭВМ методом — последовательным отсечением вариантов.

Пусть, например, при сканировании обнаружена штриховка в начале, середине и конце строки 1. Это дает основание исключить цифры 1, 4 и 6. Далее обнаружена штриховка в конце (но не в начале и не в середине!) строки 6. Этого уже достаточно, чтобы распознать цифру 2. Если так, то зачем 11 проходов? Может

\* Такой построчный просмотр изображения называют *сканированием*.

быть, достаточно проверить только верхнюю (1-ю), среднюю (6-ю) и нижнюю (11-ю) строки?

Нет, это не так. Дело в том, что заполнение поля для индекса выполняется не с машинной и даже не с чертежной точностью. Человек может делать это в неудобной обстановке — на колене или вообще на весу. При этом вместо верного начертания цифры 9 (рис. 17, слева) она может быть изображена так, как это показано на том же рисунке справа.

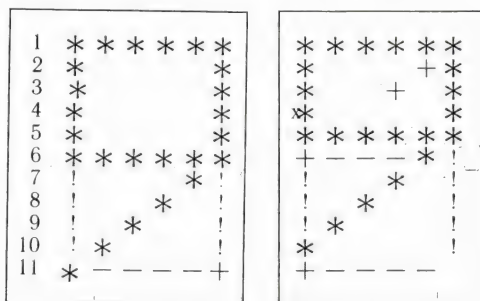


Рис. 17. Идеальная и искаженная девятки

Понятно, что такую искаженную девятку машина может распознать лишь в случае сканирования не только 6-й, но и соседних строк. То же относится и к возможным сдвигам других штрихов, например верхнего, который может появиться не в первой, как полагается, строке, а во второй или даже выше первой. Поэтому вместо 11 строк приходится сканировать 13 — по одной дополнительной строке сверху и снизу.

Ясно, что программист, «инструктирующий» машину для распознавания образцов цифр индекса, должен предусмотреть и аварийное окончание этого процесса — почтовый автомат направит конверт для сортировки вручную не только в случае, когда индекс вообще не заполнен, но и когда нельзя определить, какая цифра имелаась в виду.

Проблема распознавания образов многогранна. Сейчас уже имеются устройства, позволяющие слышать голос человека и передавать сказанное в виде символов обычных букв. Пока такие устройства, эксплуатируемые в нашей стране и за рубежом, несовершенны; они не



умеют распознавать речь разных людей, воспринимают лишь ограниченное множество слов и т. д. Но в этом направлении ведется интенсивная исследовательская работа. Уже есть автомобили, в которых радиоприемнику можно приказать переключиться на другую станцию, можно голосом управлять опусканием и подъемом боковых стекол, включать стеклоочистители и другие механизмы. В «Неделе» [22] сообщалось об изобретении, сделанном во Франции. Автору каталавокса\* удалось создать прибор, воспринимающий поданные голосом команды с чрезвычайно малым временем реакции —  $1/800$  секунды, в то время как ранее существовавшие системы распознавания речи требовали сверхбыстрых компьютерных устройств и все же с трудом успевали за темпом голоса обычного человека.

Из других применений распознавания образов можно указать автоматический отбор деталей при роботизированной сборке, диагностику неисправностей\*\* и автоматическое опознавание целей в системах противовоздушной обороны. Во всех этих областях компьютеры могут помочь человеку в распознавании объектов или ситуаций благодаря не раз обсуждавшимся в книге возможностям — колоссальному объему памяти и способности молниеносно выполнять логические операции с теми данными, которые в этой памяти хранятся.

### ЭВМ И СРЕДСТВА СВЯЗИ

Первые телефонные сети были построены на ручных переключателях, ручных в буквальном смысле этого слова, — соединение осуществляла рука телефонистки, вставлявшая штекер в нужное гнездо. Лавинообразный рост числа телефонов во всем мире дал основание для прогнозов, согласно которым уже к середине нашего столетия число телефонных «барышень» грозило превысить общую численность населения планеты. Как известно, этого не произошло. В процессе развития техники связи появились автоматические телефонные станции (АТС), обеспечивающие соединение без участия человека-оператора. Набирать номер умеют теперь даже пятилетние дети. Первоклассники тоже ничего не знают (и не долж-

---

\* От греческого катала — понимать и латинского вокс — голос.

\*\* Об этом подробнее сказано при описании применения ЭВМ в ремонте автомобилей.

ны знать!) о сложнейшем оборудовании, которое позволяет, не повышая голоса, спросить у мамы, работающей на другом конце города, как приготовить яичницу.

Но наряду с экономичностью и почти полной безошибочностью с АТС пришли и некоторые неудобства. Если абонент отсутствует, знакомые будут набирать его номер напрасно — трубку никто не снимет. Даже если хозяин еще за месяц вперед знал, что в это время он будет находиться на юбилее у своего друга, в квартире которого тоже есть телефон.

Проектируемые сегодня АТС, основанные на компьютерной технологии, могут оказывать абонентам целый ряд дополнительных услуг. Так, вместо покупки дорогостоящего автоответчика — устройства, позволяющего в отсутствие абонента отвечать на телефонные вызовы и записывать на пленку сообщения звонивших, — достаточно будет ежемесячно оплачивать своей АТС абонентное обслуживание. Уходя из дому, абонент, пользующийся такой услугой, наберет номер автоматического бюро обслуживания АТС. В ответ раздастся синтезированный компьютером голос: «АТС готова принять заказ на обслуживание вашего телефона во время вашего отсутствия. Продиктуйте текст автоматического ответа и наберите цифру НОЛЬ».

Абонент произнесет в трубку, например, следующее: «Сидорова не будет дома до 19 час. По срочному делу можно звонить на работу». После этого абонент набирает цифру ноль. Автомат продолжает: «Наберите четыре цифры: часы и минуты, когда вы рассчитываете вернуться домой. Если вас не будет до 24.00, наберите восемь цифр — число, месяц, часы и минуты». Сидоров набирает 1900 и слышит голос автомата: «Принят заказ на обслуживание телефона 227-12-76 в отсутствие абонента до 19 час ровно на сегодня, 12 марта 1990 г. Всем, кто позвонит до этого времени, будет сообщено (далее голосом Сидорова его собственный текст) и предложено передать сообщение, которое будет записано. Если ваш заказ правильно понят, повесьте трубку и не снимайте ее до возвращения. Если вы хотите что-либо изменить, наберите девятку и ждите ответа консультанта».

Как только абонент вернется домой (даже может быть раньше указанного времени) и снимет трубку, компьютер АТС автоматически отменит действие принятого заказа и повторит все сообщения, которые были



— Таня, это я, Вася. Пожалуйста, возьми на столе мою записную книжку.

— Что ты, такой дождь! Домой бежать не хочется!

— Танюша, а я звоню разве не домой?

— Я не дома — у Кати, а все звонки до обеда перевела на ее телефон . . . . .

переданы звонившими за это время. При этом хозяин может включить домашний магнитофон, чтобы записать эти сообщения. (например, если они предназначались разным членам семьи).

Уходя не на работу, а к приятелю, можно переключить все звонки на его телефон. Для этого надо набрать другой номер бюро обслуживания и сообщить компьютеру АТС, до какого времени и на какой номер телефона следует переключать поступающие вызовы.

Можно установить дополнительный пароль на свой телефонный номер, если вы не хотите сегодня разговаривать ни с кем,

кроме узкого круга людей. Для этого достаточно, соединившись с бюро обслуживания, набрать несколько цифр, указав среди них, например, «27» в качестве дополнительного пароля. После этого любой абонент, набравший ваш номер, услышит в трубке вежливый голос ЭВМ: «Наберите «00» и повесьте трубку. Ваш номер телефона и время, когда вы звонили, будут сообщены вызываемому абоненту».

Вы уходите вечером в гости и оставляете дома шестилетнего сына. Он может позвонить по автоматической связи во Владивосток, что серьезно отразится на вашем бюджете. Кроме того, у него могут возникнуть срочные вопросы к вам, а с телефоном он обращается еще не очень уверенно, да и номер телефона ваших друзей может забыть. В этом случае вы сможете через бюро обслуживания отключить, например, до 23 час в своем аппарате устройство набора номера и напрямую соединить его с телефоном ваших друзей. Ребенку достаточно будет снять трубку и вы, находясь в гостях, услышите его голос. Ему не придется набирать номера и он не



сможет позвонить ни в какое другое место. Если же кто-то, кроме вас, будет звонить вам во время вашего отсутствия, его автоматически соединят с квартирой ваших друзей.

Для реализации телефонных услуг, подобных описанным, АТС обязательно должны быть компьютеризованы. Кроме того, существенно облегчается решение задачи об оплате телефонных разговоров и дополнительного обслуживания. Легче будет производить замену номеров телефонов при переезде абонента или целого учреждения. Сегодня в Москве, например, можно набрать 09 и узнать новый телефон абонента, у которого был изменен телефон. Но еще в 1985 г. мы звонили нашему знакомому, постоянно попадая в отделение милиции, а справочная служба 09 упорно твердила, что изменений по этому номеру не значит. К ним просто не успели дойти очередные изменения от службы, физически переключавшей телефоны. В начале 1986 г. в Краснодаре справочная служба потратила почти 20 мин, чтобы выяснить новый телефон никуда не переезжавшего, но перешедшего в другое подчинение учреждения. Компьютеризованная АТС полностью исключает такие накладки. Если понадобилось переключить телефон парикмахерской № 15 с номера 335-23-87 на новый в связи с вводом в действие АТС-337, то компьютеру нужно дать приказ с одного из служебных дисплеев АТС: «ПЕРЕКЛЮЧИТЬ АБОНЕНТА 335-23-87 НА АТС-337». ЭВМ постарается выбрать номер с похожим окончанием (если свободен, выделит номер 337-23-87). После подтверждения, введенного с дисплея ответственным сотрудником АТС, ЭВМ мгновенно\* осуществит электронное переключение. Если в следующую секунду кто-то наберет старый номер, компьютеризованная АТС будет вести себя по-разному, в зависимости от того, назначен ли он уже какому-то другому абоненту. Если это так, то соединение произойдет уже с новым абонентом, а если старый телефон пока никем не используется, то АТС объяснит набравшему устаревший номер, что он заменен, и сообщит новый. Справочная служба также будет пользоваться связью с тем же компьютером. Поэтому уже через секунду после электронного переключения справочная служба сможет

---

\* В действительности процесс переключения на новую АТС значительно сложнее.

отвечать на вопросы: «Какой телефон у парикмахерской № 15?» и «На какой номер заменен телефон 335-23-87?», давая верный новый номер телефона.

### Музыка из нулей и единиц

«... Наш сержант сегодня соединил время и расстояние: велел рыть траншею от забора и до обеда.»

Из армейского фольклора

Сегодня мы умеем передавать звуковые сообщения\* сквозь время (магнитофон, проигрыватель) и расстояние (телефон, радио). А что это такое — передать звуковое сообщение? Если пианист перед микрофоном нажмет на рояле всего одну клавишу, то мембрана микрофона начнет совершать колебания определенной частоты. Эти колебания можно изобразить графически обычной синусоидой (рис. 18), период которой будет зависеть от

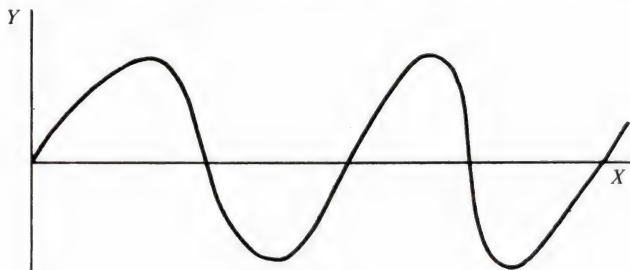


Рис. 18

взятой ноты. Чем выше звук, тем теснее волны синусоиды. Если микрофон соединить через усилитель с громкоговорителем, то его диффузор повторит колебания мембраны микрофона, т. е. можно будет услышать звук того же тона, который заставил колебаться мембрану. При этом способе передачи в каждый момент времени отклонение от среднего положения диффузора громкоговорителя соответствует отклонению мембраны микрофона. Но и микрофонная мембрана, и диффузор не могут менять свое положение быстрее, чем в определенном темпе. Если рядом с микрофоном даже и обнаружится источник звука, заставляющий мембрану микрофона со-

---

\* Для понимания этого раздела, необходимо припомнить некоторые сведения из школьного курса «Колебания и волны».

вершать более 20 тыс. колебаний в 1 с, то такой звук воспримет далеко не каждый микрофон, усилит без искажений только очень хороший усилитель, воспроизведет лишь высококачественный громкоговоритель, а услышать смогут...

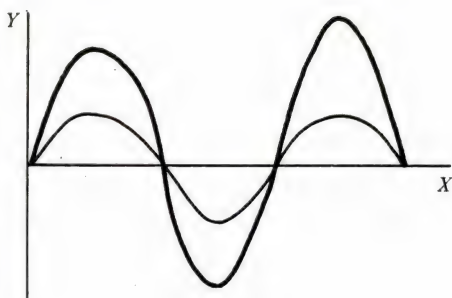


Рис. 19

разве что собаки, но не люди с нормальным слухом. Поэтому большинство систем передачи и воспроизведения звука\* рассчитаны на передачу не более 10 000 колебаний в 1 с, т. е. на передачу сигналов с частотой до 10 кГц. А телефонные линии передают еще более узкую полосу — около 3 кГц. Это значит, что один период синусоиды занимает около 0,0003 с. Звуки одного и того же тона могут отличаться громкостью (амплитудой) сигнала. На рис. 19 показаны две синусоиды одной и той же частоты, но отличающиеся амплитудой примерно в два раза.

Если нужно передать на расстояние кривую сложной формы, а в нашем распоряжении имеется только телеграфная связь (не фото-, а обычный телеграф), то можно поступить следующим образом:

1. Разбить отрезок оси  $X$  (напоминаем, что ось  $X$  соответствует времени) на достаточно мелкие равные части. Размер их выбирается так, чтобы на каждом участке кривая могла быть без больших искажений заменена отрезком прямой. Поскольку кривые, соответствующие звуковым сигналам, не имеют слишком частых зигзагов (частота их ограничена), можно ожидать, что при разбиении одного периода (для телефона 0,0003 с), скажем, на 10 частей, каждый из участков кривой не будет существенно отличаться от прямого отрезка. Такое разбиение показано на рис. 20.
2. Замерить высоту каждого вертикального отрезка, изображенного на рис. 20, и передать по телеграфу последовательность из 20 полученных чисел, среди которых могут быть и отрицательные.

\* Кроме высококачественных проигрывателей и магнитофонов, передающих 20 тысяч и более колебаний в 1 с.



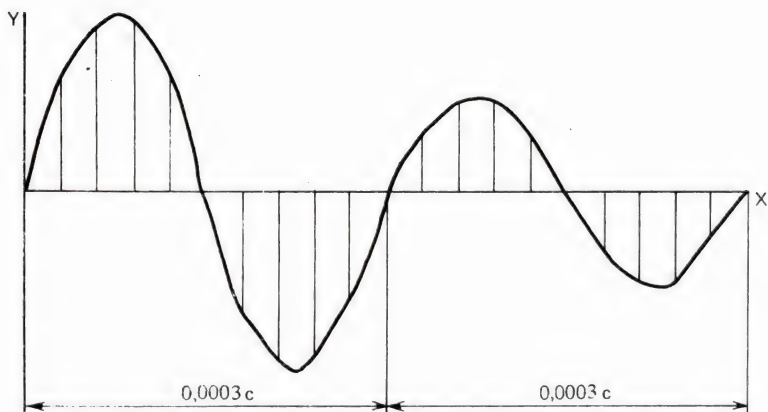


Рис. 20

3. На приемном конце линии построить по точкам график, который будет, конечно, не точной копией исходной кривой, а лишь ее довольно угловатым приближением (рис. 21).

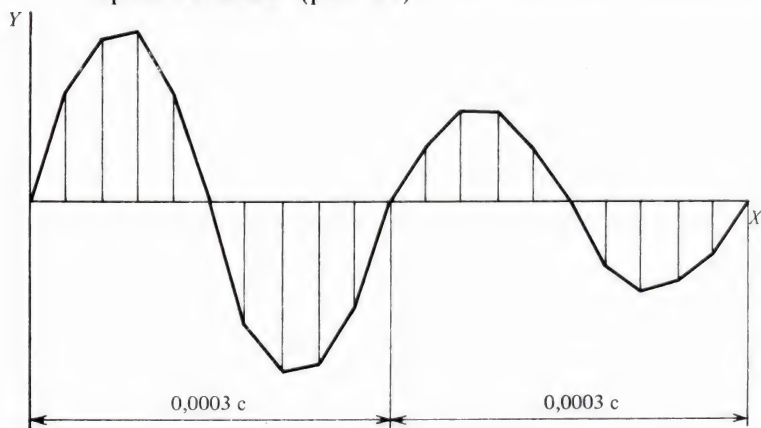


Рис. 21

Понятно, что таким способом нельзя удовлетворительно передать отрезок кривой, изображенной на рис. 22. Для этого пришлось бы разбить отрезок в  $0,0003$  с не на 10, а на 100 или даже 1000 участков. Тогда на приемном конце линии удалось бы восстановить характер кривой по точкам с достаточной степенью похожести.

— Зачем же так сложно? — может воскликнуть читатель.

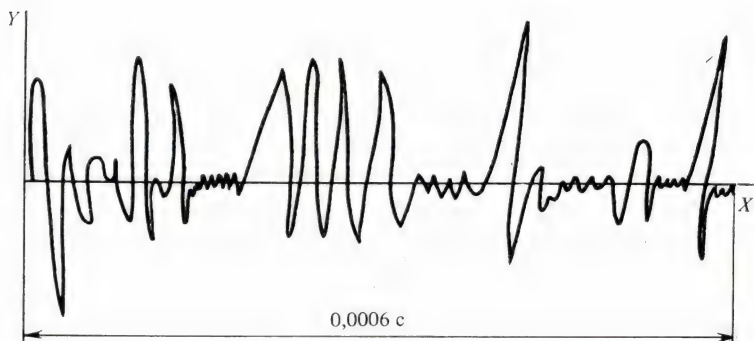


Рис. 22

Действительно, на первый взгляд проще передавать непрерывный звуковой сигнал, чем последовательность чисел, которые приходится замерять на одном конце линии и откладывать на другом, да еще по  $3000 \times 10$ , т. е. по 30 тыс. чисел в секунду. Мало того, ЭВМ передает каждое число по линии связи в виде десятка нулей и единиц, т. е. приходится передавать сотни тысяч нулей и единиц в секунду. Но во-первых, для ЭВМ гораздо проще иметь дело хоть с миллионом чисел, чем с одной-единственной кривой нестандартной формы. А во-вторых, и это самое важное, вспомните, что бывает, когда любившуюся мелодию переписывают с одного магнитофона на другой. Правильно, она слегка искажается, появляются помехи, шумы, меняется тембр звучания. Если эту копию переписать еще раз, а результат использовать для новой перезаписи, то даже при самых высококачественных магнитофонах ничего уже нельзя будет разобрать. Если изобразить графически получившиеся копии первого, второго и последующих поколений (первоначальная кривая взята с рис. 18), то получится картина, показанная на рис. 23—26.

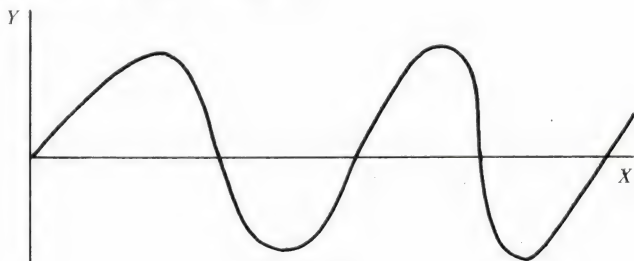


Рис. 23

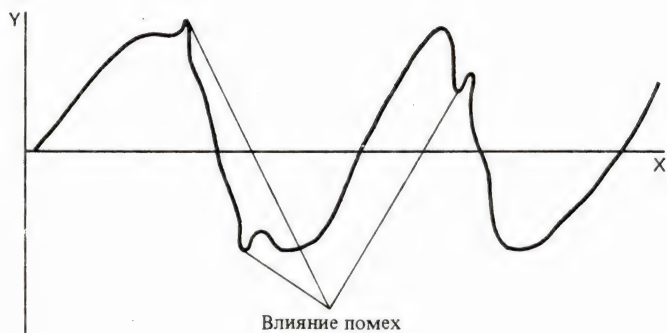


Рис. 24



Рис. 25



Рис. 26

Если пользоваться числовым\* способом передачи, то первая копия будет, конечно, не очень точной (сравните

\* Правильнее назвать этот способ цифровым.



рис. 20 и 21). Но зато все последующие копии будут абсолютно совпадать с первой! И даже миллионное поколение единожды записанной цифровым способом песни будет звучать так же чисто, как и первая копия. Компьютеры, как мы уже много раз подчеркивали, не забывают и не путают никакой информации, выраженной в числовой форме. И хотя аппаратура для цифровой записи звука пока еще значительно дороже обычной, уже можно с уверенностью сказать, что за этим способом — будущее.

### Электронная почта и телеконференции

Если у вас и у кого-то другого стоят дома телефоны, то вам уже не обязательно встречаться для обмена голосовыми сообщениями\*.

Если у вас и у кого-то другого стоят дома видеотелефоны\*\*, то вам уже не обязательно слать друг другу письма, чтобы передать письменные сообщения. Но при этом вы должны одновременно находиться у своих аппаратов. Один из вас будет показывать текст сообщения своей видеокамере, а другой читать на своем экране или даже фотографировать с него или записывать на видеомagneтофон. А как быть, если один из вас постоянно живет в Москве, а другой — в Гаване? Когда один сладко спит, другой работает и наоборот.

Если вы оба имеете персональные компьютеры, включенные в общую сеть наподобие телефонной, то вопрос решается предельно просто. Всякий раз, когда вы хотите передать сообщение любому абоненту такой компьютерной сети, вы вводите его с клавиатуры, сверяясь с экраном. Можно исправлять фразы, переставлять абзацы, возвращаться к ранее написанному и т. д. Способы составления текстов с помощью компьютера обсуждались в другом разделе этой книги. Но вот текст составлен. Вы поручаете своему компьютеру переслать этот текст адресату и больше ни о чем не заботитесь. Ваш ПК сам выберет наиболее удобный момент для передачи сообщения в сеть. Если оно не объявлено вами срочным, это будет сделано в ночные часы или в выходной день, когда тарифы на передачу сообщения снижены. Сообщение дойдет по сети до ПК адресата и запишется в его

---

\* Телефон, разумеется, не заменяет личного общения, но мы обсуждаем здесь только вопросы обмена информацией.

\*\* Комбинация телефона с телевизором и видеокамерой, позволяющая удаленным собеседникам видеть и слышать друг друга.

компьютерную память. Когда бы ваш адресат ни включил теперь свой ПК (через день, через неделю или после возвращения из месячного отпуска), он увидит на экране предупреждение вида:

«За время вашего отсутствия по телесвязи получены сообщения:

1. От абонента АН—529—095—6638894

А. Б. Сидоров, Москва, 231 строка.

2. От абонента АН—529—812—0239571

Т. А. Петрова, Ленинград, 114 строк.

. . . . .»

Просмотрев такой список, можно затем прочитать на экране все или некоторые из этих писем. Каждое из них по желанию можно стереть или сохранить в памяти компьютера целиком или частично, можно напечатать на своем принтере для домашнего архива, переслать (если автор разрешил) полностью или частично другим абонентам сети и т. д.

Такое использование объединенных в сеть компьютеров получило наименование *электронной почты*. А если обмен сообщениями ведется одновременно несколькими участниками? Представьте себе, что полсотни ученых разных стран, занимающихся какой-то одной областью науки, вместо того, чтобы посылать сообщения о своих работах в толстые научные журналы, где коллеги прочтут их через пару лет\*, будут помещать эти работы в свои компьютеры, объединенные сетью связи. Тогда, сядя утром за стол, венгерский специалист может узнать, что на его статью, которую он лишь неделю назад набрал на своем дисплее, уже поступили отзывы из Праги и Кембриджа; коллеги в Киеве и в Дейтройте нашли неточности в некоторых формулах, а в одном из Берлинских институтов еще полгода назад получены данные, подтверждающие его гипотезу.

Понятно, что такие возможности резко ускоряют обмен идеями между учеными разных городов и стран, повышают эффективность использования имеющегося научного потенциала. Такой способ обмена сообщениями, когда каждый участник подает письменные реплики и знакомится с поступившими сообщениями в удобное для него время, получил название *телеконференции*.

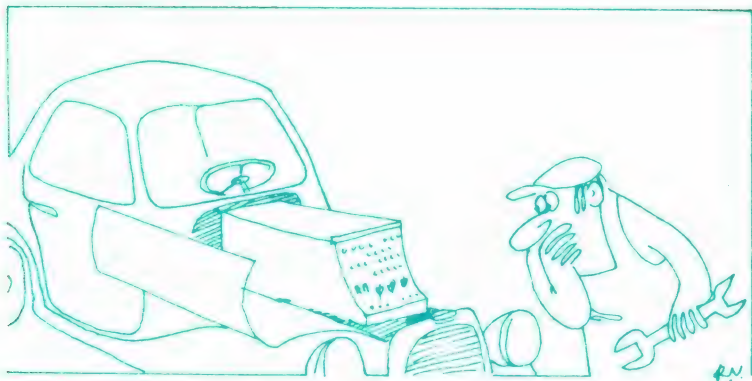
Более подробно с использованием ЭВМ для совершенствования систем связи и передачи информации можно познакомиться, например, по [23].

---

\* Например, журнал «Программирование» в 1985 г. печатал статьи, написанные в 1983 г.

## Часть III

### КОМПЬЮТЕР И АВТОМОБИЛЬ



Использование компьютера в химической и в автомобильной промышленности, в торговле и в сфере обслуживания можно условно разбить на две категории:

- 1) вычисления по заданной программе;
- 2) поиск нужной в данный момент информации и выдача ее в виде адреса, номера, списка, таблицы, текста и т. д.

Отличия в использовании ЭВМ в различных отраслях народного хозяйства не столь значительны, как те революционизирующие перемены, которые вносит компьютеризация практически в любой аспект человеческой деятельности.

В этой части книги расскажем об использовании ЭВМ в связи лишь с одним из окружающих нас предметов — автомобилем. Вначале посмотрим, как использование ЭВМ изменит сам облик автомобиля XXI века. Затем речь пойдет о применении компьютеров в производстве машин, в их эксплуатации и ремонте.

#### КОМПЬЮТЕР В АВТОМОБИЛЕ БУДУЩЕГО

Попробуйте представить себе современный самолет без электричества — он просто не сможет оторваться от земли. Однако самые первые самолеты почти не содержали электроприборов, а современные планеры при полетах в ясную погоду вполне могут обходиться совсем без них.

Поколение автомобилей XXI в. будет сильнее отличаться от современной «Лады» или «Москвича», чем аэробус «ИЛ-86» от первой летающей машины братьев Райт. Основную роль в этих отличиях будет играть компьютеризация автомобиля.



Прежде всего автомобиль должен тронуться с места. Для этого нужно запустить двигатель. В машинах традиционных конструкций — включить стартер. А когда сердцем автомобиля является автомобильный компьютер (АК), это действие для водителя излишне — АК сам включит стартер, если в данный момент выполняются четыре условия:

- а) ключ зажигания в рабочем положении;
- б) автомобиль не движется;
- в) трансмиссия в нейтральной позиции;
- г) водитель нажимает на акселератор.

В самом деле, с чего бы это водитель стал нажимать на педаль газа, если ему не хочется запустить двигатель?

Итак, двигатель запущен. После этого в традиционном автомобиле нужно начать движение на первой передаче и только после разгона до определенной скорости (5—15 км/ч) переключиться на вторую. После следующего этапа разгона следует перейти на третью передачу и т. д. Уже давно существуют устройства, автоматически переключающие передачу на автомобилях по достижении определенной скорости. Однако опытный водитель сделает это лучше.

СТОП! А что, собственно, значит «лучше»? Что произойдет, если на вторую передачу переключиться чуть раньше или позже? Бывалый водитель скажет, что задержка переключения приведет к повышенному расходу горючего, так как двигатель будет работать на слишком высоких оборотах, вращая колеса уже разогнавшегося автомобиля. Слишком большая задержка переключения при продолжающейся подаче горючего (педаль газа нажата) может даже вывести из строя двигатель из-за слишком высоких его оборотов. Однако следует учесть, что небольшая задержка приведет к более быстрому разгону (пусть ценой некоторого перерасхода бензина).

Наоборот, слишком раннее переключение ведет к повышенному износу двигателя, который не в состоянии работать на таких низких оборотах, разгоняя автомобиль. Еще более раннее переключение может привести к тому, что мотор просто заглохнет. Заметим, что оптимальный момент переключения зависит не только от набранной к этому моменту скорости, но и от загрузки автомобиля, состояния дорожного покрытия, от уклона дороги, износа покрышек, степени разогрева двигателя и т. д. Всех нужных факторов не сможет учесть даже самый опытный водитель. Только АК решит с точностью

до миллисекунды, когда нужно произвести переключение передач. И всегда сделает это абсолютно верно, сэкономив максимум горючего и не потеряв ни секунды времени при разгоне.

СТОП! Предыдущая фраза содержит ошибку! Никакая ЭВМ никогда не сможет добиться оптимального значения двух или более параметров, связанных обратной зависимостью. ИЛИ экономия горючего — ИЛИ экономия времени на разгоне! То и другое — несовместимо. Наиболее экономичному и наиболее быстрому разгону просто соответствуют разные моменты, когда требуется переключать передачу. АК сам не может догадаться, что вам сегодня важнее — экономия бензина или экономия времени. Однако никто не мешает вам сообщить об этом компьютеру, задать ему, каким типом водителя вы сегодня будете — расчетливым или не считающимся с расходами на бензин\*.

Начав движение, придется рано или поздно тормозить. Хорошо, если это можно делать спокойно, увидев красный сигнал светофора еще за три сотни метров. Однако у всякого шофера бывают моменты, когда надо решить задачу остановки на минимальном «тормозном пути» любой ценой. Даже начинающий водитель знает, что простое нажатие на тормозную педаль из всех сил не является лучшим решением. Колеса заблокируются — перестанут вращаться, машина пойдет юзом, станет неуправляемой и тормозной путь будет значительно больше, чем если нажимать на педаль с такой силой, что еще чуть-чуть и будет юз. Такое торможение на грани юза и есть оптимальное решение, но как же много разбилось автомобилей, пока их водители овладели нужным умением! При наличии АК водителю остается лишь нажать на тормозную педаль достаточно сильно, торможение на грани юза обеспечит АК. Все лишнее тормозное усилие АК просто отключит, не пропустит его к колесам.

Есть еще одно преимущество торможения с помощью АК, которое позволяет легко превзойти в искусстве экстренной остановки самых лучших водителей. Дело в том, что покрышки на колесах часто бывают изношены неравномерно. И если на машине без АК правая задняя покрышка чуть более «лысая», чем остальные, то даже водитель-ас вынужден тормозить с расчетом на это лы-

---

\* Каким именно способом сообщать автомобильному компьютеру о выбранной на сегодня манере вождения и о других своих пожеланиях, подробно рассказывается далее.

сое колесо, хотя остальные колеса могли бы эффективно воспринять и значительно большее тормозное усилие. АК же сумеет на каждое отдельное колесо подать именно то тормозное усилие, которое соответствует степени его сцепления с дорогой\*.

Водитель нынешнего автомобиля должен не только «крутить баранку», но и кое-что знать о работе двигателя. Например, зимой перед запуском двигателя следует включать подсос, изменяя соотношение бензина и воздуха в топливной смеси, иначе двигатель не заведется. По мере прогрева нужно постепенно убирать подсос, приближая состав топливной смеси к нормальному. Если мотор работает, перегреваясь при затяжных подъемах, если приходится долго ездить в условиях высокогорья или использовать горючее с другим октановым числом, двигатель целесообразно отрегулировать. Иначе будет расходоваться лишнее горючее, снизится мощность двигателя, увеличатся его износ и выбросы вредных веществ в атмосферу. На подавляющем большинстве автомобилей все это и имеет место, так как мало кто из водителей обладает знаниями и навыками, нужными для идеальной регулировки двигателя. Если машина оборудована АК, то все требуемые регулировки выполняются автоматически. Взобрался автотурист достаточно высоко по горной дороге и понизилось атмосферное давление — АК немедленно изменит состав подаваемой горючей смеси. Водителю теперь не пригодится не только умение это делать, но и знание о том, что двигатель при изменении условий движения нуждается в регулировке.

#### КОМПЬЮТЕРНЫЙ КОМФОРТ В АВТОМОБИЛЕ

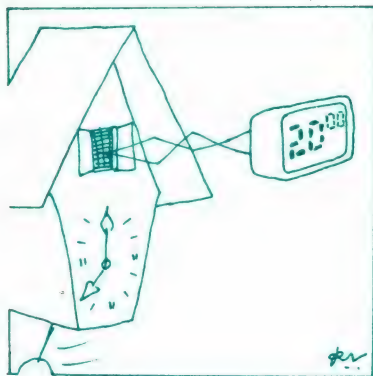
Автомобиль, оборудованный АК, отличается от своих предшественников и по виду. Шкала приборов содержит дисплейные экраны, на которых нужная водителю информация высвечивается как в привычном стрелочном виде (его называют аналоговым, или графическим, способом отображения), так и в цифровом. Хорошей аналогией являются часы обычные и часы электронные. Первые показывают время графически; по ним удобнее и быстрее определять, сколько осталось времени до задан-

---

\* В действительности все гораздо сложнее, так как нужно учитывать еще и вращение (занос) из-за неодинаковости торможения на правых и левых колесах. АК может легко справиться и с этим, но подробности выходят за рамки данной книги.



ного момента, но труднее отличить показания 17.36 и 17.37. Вторые, электронные, показывают время в цифровом виде, по ним значительно легче вести более точные измерения, но если циферблат показывают только на мгновение, то прочитать показания таких часов удастся лишь при полном переключении внимания на шкалу, т. е. водитель, читающий показания по цифровой шкале, должен отвлечься от управления



Цифровой и стрелочный способы изображения

на большее время. Сейчас трудно сказать, какой вид отображения информации получит преобладающее пространство. Отметим только, что если на дороге разрешена скорость до 60 км/ч, то водителю со стрелочным спидометром довольно трудно определить разницу между показаниями 57 и 62 км/ч, а при цифровом способе отображения эта проблема полностью снимается.

Если автомобиль оборудован дисплейным пультом вместо традиционной приборной доски с несколькими шкалами, то на этот пульт может поступать самая разнообразная информация. Например, могут появляться фразы, подобные следующим:

УРОВЕНЬ МАСЛА ПРИБЛИЖАЕТСЯ К МИНИМАЛЬНОМУ  
ДВИГАТЕЛЬ ПЕРЕГРЕТ. ЛУЧШЕ СНИЗИТЬ СКОРОСТЬ  
ИЛИ ОСТАНОВИТЬСЯ  
ДАВЛЕНИЕ В ПРАВОЙ ЗАДНЕЙ ШИНЕ УПАЛО  
НИЖЕ 1.6 атм ГОРЮЧЕГО ОСТАЛОСЬ НА 50 КМ

Мы намеренно не сказали «на русском языке». Если автомобиль оборудован АК, то все сообщения на его пульте будут на русском, английском, китайском... языке по желанию того, кто сегодня сидит за рулем.

Мы уже не первый раз говорим о необходимости сообщить автомобильному компьютеру свои требования, задать вопросы. Как это делается?

Во-первых, некоторые из современных компьютеров

воспринимают команды, поданные голосом, например для включения стеклоочистителей. (Кстати, АК может включать их автоматически, когда первые капли дождя попадут на ветровое стекло.)

Во-вторых, будут широко применяться экраны типа ТАЧ-СКРИН (см. раздел «Как общаются с компьютером»).

Утром, садясь в автомобиль, водитель увидит на миниэкране, расположенном под правой рукой, стандартную начальную картинку (рис. 27).

Настройка на водителя:	Водитель № 1	ПОДСКАЗКА
Программа движения:	Экономичная	
Дополнительные режимы:		
1. Ввод приказов.		
2. Запрос состояния автомобиля.		
3. Ввод информации о ремонте и обслуживании.		
4. Управление маршрутом.		

Рис. 27

Рассмотрим «меню», изображенное на рис. 27. Если за руль сегодня сел не сам владелец, а его жена Татьяна, то она коснется пальцем слов «НАСТРОЙКА НА ВОДИТЕЛЯ» и появится картинка, изображенная на рис. 28.

НАСТРОЙКА НА ВОДИТЕЛЯ		ПОДСКАЗКА
Водитель № 1	(Включен сейчас)	
Водитель № 2	(Режимы известны)	
Водитель № 3	(Режимы известны)	
Водитель № 4	(Режимы неизвестны, готов к запоминанию)	
Водитель № 5	(Режимы неизвестны, готов к запоминанию)	

Рис. 28

Далее Татьяна, зная, что она числится в памяти АК как водитель № 2, коснется соответствующей строки. АК включит серводвигатели, которые изменят положение сиденья так, как это удобно данному водителю. Одновременно изменится положение внутреннего и наружных зеркал заднего вида.

Если за руль сядет водитель, чьи режимы еще не известны компьютеру, то он может сначала вручную установить положения сиденья и зеркал, а затем уже коснуться, например, четвертой строки экрана. При этом АК запомнит удобные для него положения сиденья и зеркал и появится картинка, изображенная на рис. 29.

НАСТРОЙКА НА ВОДИТЕЛЯ		ПОДСКАЗКА
Водитель № 1	(Режимы известны)	
Водитель № 2	(Режимы известны)	
Водитель № 3	(Режимы известны)	
Водитель № 4	(Включен сейчас)	
Водитель № 5	(Режимы неизвестны, готов к запоминанию)	

Рис. 29

С наступлением холодов Татьяна, чьи любимые положения сиденья и зеркал уже знает АК, стала носить шубу. Вот она садится за руль, включает «свое» положение сиденья и обнаруживает некоторое неудобство; ей хочется отодвинуть сиденье от руля. Не зная, как поступить, Татьяна коснулась пальцем слова «ПОДСКАЗКА» и на экране появился текст (рис. 30).

Если вы хотите ввести параметры нового водителя, для которого режимы еще не известны, установите их вручную и коснитесь фразы «ВОДИТЕЛЬ № ». Если хотите стереть из памяти режимы водителя, для которого они известны, коснитесь слов «РЕЖИМЫ ИЗВЕСТНЫ» или «ВКЛЮЧЕН СЕЙЧАС».

Рис. 30

Подсказка сменилась картинкой, указывавшей, что АК настроил положение сиденья на «летнюю» Таню (рис. 31).

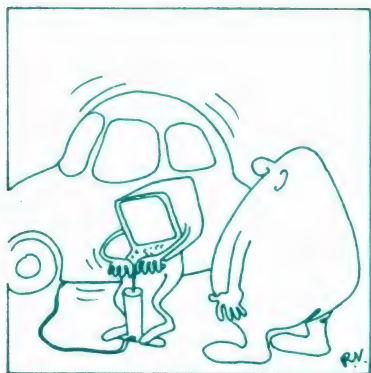
НАСТРОЙКА НА ВОДИТЕЛЯ		ПОДСКАЗКА
Водитель № 1	(Режимы известны)	
Водитель № 2	(Включен сейчас)	
Водитель № 3	(Режимы известны)	
Водитель № 4	(Режимы неизвестны, готов к запоминанию)	
Водитель № 5	(Режимы неизвестны, готов к запоминанию)	

Рис. 31

Татьяна коснулась слов «ВКЛЮЧЕН СЕЙЧАС», затем установила сиденье поудобнее и снова опустила палец на строку «Водитель № 2». Завтра ей уже не придется регулировать сиденье.

Мы видели, как экран сообщает о том, что происходит с машиной. Современные компьютеры могут и голосом сообщать о резких изменениях условий. Когда голос диктора неожиданно сообщит, что перегорела лампочка в одном из стоп-сигналов, то водитель XXI в. не удивится, а остановится, чтобы заменить лампочку.





Компьютер подкачивает шины

Если в багажник «Москвича» положить 100 кг груза, то машина существенно «задерет нос». На автомобиле XXI в. АК в подобной ситуации увеличит давление в задних гидростабилизирующих элементах и подкачает задние шины. Как только груз из багажника уберут, давление будет немедленно снижено.

По желанию водителя АК запомнит пункт назначения в дальней поездке и сможет сообщать по запросу водителю:

- сколько километров осталось до конца пути;
- как обстоит дело с горючим (АК может ответить, что имеется запас примерно на 50 км пути);
- при какой скорости затраты бензина на этой дороге минимальны;
- с какой скоростью надо ехать, чтобы прибыть к 16 часам; и т. п.

Если коснуться строки «ЗАПРОС СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЯ» (см. рис. 27), то может появиться следующая картинка:

#### СОСТОЯНИЕ АВТОМОБИЛЯ

#### ПОДСКАЗКА

1. Рекомендуется заменить:
  - 1.1. Масло через 1300 км.
  - 1.2. Передние тормозные колодки через 800 км.
2. При посещении автосервиса:
  - 2.1. Заменить неисправную антенну радиоприемника.
  - 2.2. Отремонтировать стеклоподъемник задней левой двери.
3. Горючего осталось примерно на 330 км пути.

#### КОМПЬЮТЕР В ПРОИЗВОДСТВЕ

Производство автомобилей имеет много общего с другими видами промышленных производств. Компьютеризация кардинально изменяет почти все стороны функционирования современного предприятия — от управления запасами сырья до сбыта готовой продукции. Но прежде всего...

#### На завод надо пройти

...Уже минут за 20 до начала смены у проходной собиралась толпа: тысячи рабочих спешили в цехи, а дядя Вася

и тетя Шура, прежде чем пропустить их через турникет, тщательно проверяли пропуска. В прошлом месяце кто-то из них пропустил на завод большого начальника из министерства без проверки, их лишили части премии, и теперь они внимательно изучали фотографии и печати на удостоверениях. А внутри завода хвост выстраивался к проходным задолго до окончания смены: подойдешь позже — простишь, опоздаешь в детсад за ребенком, в магазин за продуктами... Казалось бы, чего проще: войти на завод да выйти, но многие работники теряли на этом по часу и больше. Общая сумма времени, терявшаяся работниками завода только за один день, составляла до 400 ч — 50 полных рабочих дней. Более половины потерянного времени — рабочее; одни попадали на свое место с опозданием, другие оставляли его раньше срока.

Но вот на заводе начал работать автоматизированный контрольно-пропускной пункт (АКПП), управляемый компьютером. В восьми проходах — ни дяди Васи, ни тети Шуры. Каждый работник при входе вставляет в специальную прорезь свой пропуск — пластиковый прямоугольник с комбинацией вырезов разной глубины, как на бородке ключа. Компьютер мгновенно считывает определяемый комбинацией вырезов табельный номер сотрудника и отмечает в памяти с точности до минуты время его прихода на завод, одновременно отключая блокировку замка турникета. После прохода человека турникет снова защелкивается, и автоматика готова к обработке следующего пропуска. Один дежурный наблюдает за всеми проходами. Поскольку ЭВМ знает точное время прихода и ухода каждого, то можно работать по индивидуальному графику, если это не вредит делу. В конце дня (недели, месяца, квартала) тот же неподкупный компьютер выдаст напечатанный табель на каждого работника — время прихода и ухода, число часов и минут, проведенных на предприятии...

Электронный табельщик неожиданно дал и социальный эффект. Вот несколько любопытных примеров.

Работник цеха пожаловался руководству комбината, что он, будучи больным, в течение двух дней не мог добиться у начальника цеха приема по личным вопросам. Никаких свидетелей не было. Начальник цеха факт отрицал. Запросили память ЭВМ. Оказалось, что жалобщик в один из названных дней вообще не появлялся на комбинате, а в другой день пробыл там 17 мин, из которых 16 требовалось, чтобы дойти от проходной до цеха и вернуться

обратно. Пришлось нечестному человеку признать беспочвенность своих обвинений.

Внесла свою лепту ЭВМ и в борьбу с пьянством. Каким образом? Ведь у выпившего нечеткая координация движений — он не всегда может правильно вставить пропуск в приемное устройство. Создается небольшой затор, который сразу виден дежурному. В первое время после установки АКПП возросло число случаев задержания нетрезвых работников. В дальнейшем это стало редкостью — любители спиртного поняли, что с ЭВМ шутки плохи.

Для обслуживания АКПП можно использовать любой универсальный компьютер, который имеется на большинстве предприятий. В начале и конце смены он обслуживает главным образом проходную, а в остальное время с его помощью можно решать инженерные, экономические и другие задачи, вести обработку любой информации — все, о чем говорится в других разделах книги.

После того как вы вошли в здание, надо еще попасть в свое рабочее помещение. В условиях современных промышленных небоскребов эти два момента могут разделяться многими минутами. Один и тот же маршрут по вертикали некоторые сотрудники учреждений вынуждены проделывать десятки раз в день.

...Четыре лифта, смонтированные в одном из высотных зданий на проспекте Калинина в Москве, останавливаются только на нечетных этажах. В соседнем холле — очередь желающих подняться на этажи с четными номерами. Вот ушел один из «нечетных» лифтов. Но люди подходят и нажимают кнопку вызова. Начинает спускаться с самого верха второй лифт, третий, четвертый... Появляются они по вызову с неодинаковыми промежутками: то 7—8 мин нет ни одного, то подходят сразу три. В первый набивается до 20 пассажиров, пока не вспыхнет «ПЕРЕГРУЗ», во втором оказывается подчас лишь двое-трое, а третий лифт может уйти наверх пустым. В нижнем холле они появятся минут через 7—8 и, вероятно, опять «табуном».

Если управление движением лифтов передать компьютеру, нагрузка станет равномернее; пассажиры (в среднем) будут ожидать лифт раза в два меньше, снизятся затраты электроэнергии и износ механизмов.

### Из чего производят продукцию?

Производство питается сырьем. При рассмотрении применения ЭВМ в торговле мы уже говорили об управлении запасами, где машинная память позволяет вовремя зака-



зывать нужные количества каждого из многих тысяч видов товаров для большого магазина. При промышленной сборке многих окружающих нас предметов (особенно такого технически сложного изделия, как автомобиль) требуется постоянно иметь определенные запасы комплектующих деталей — грубо говоря, частей, из которых этот автомобиль собирают. Многие из деталей производятся предприятиями-смежниками. За объемом и частотой их поставок автозаводу требуется следить так же, как следит за своевременной доставкой товаров руководство крупного универсама. Однако управление запасами сырья и комплектующих деталей на промышленном предприятии отличается от этого процесса в торговле.

Во-первых, директор магазина всегда рискует, определяя объем очередного заказа конкретного товара, так как спрос на него в ближайшее время может по самым различным причинам измениться в любую сторону. В производстве же предсказать потребности в каждой детали можно с очень высокой точностью, так как известен план выпуска готовой продукции, а также количество единиц заказываемых деталей в каждом выпускаемом экземпляре. Таким образом, своевременность и верный объем заказов в производстве гораздо легче автоматизировать, чем в торговле, так как не надо угадывать размер заказа, который можно весьма точно вычислить. Компьютер, в отличие от человека, гораздо лучше вычисляет, чем угадывает.

Во-вторых, если из нескольких тысяч видов товаров магазин временно перестанет торговать десятью или двадцатью видами из-за несвоевременного их заказа или неверно указанного объема партии, то это, конечно, очень плохо. Появятся записи в книге жалоб и письма в торг, но финансовый план магазин недовыполнит лишь на доли процента. Если же на ВАЗ не поставят вовремя пустяковых пластмассовых пистонов для крепления деталей обивки салона, то ни одной готовой автомашины завод выпустить не сможет, т. е. план будет выполнен на ноль процентов! Именно поэтому приходится, к сожалению, иногда гонять самолет за ящиком копеечных шайб, чтобы не останавливать все производство.

С этими оговорками компьютеризация управления запасами сырья и комплектующих изделий близка к соответствующим процессам в торговле. ЭВМ следит, чтобы не создавалось слишком больших запасов, чтобы не удорожать производство из-за повышения расходов на их хранение (и возможное старение, которому подвержены, напри-

мер, резиновые изделия). С другой стороны, машина заботится о том, чтобы заказы оформлялись вовремя и в нужном количестве. При хорошем уровне автоматизации из печатающего устройства компьютера регулярно выходят уже готовые к подписи документы — письма-заявки на поставку очередной партии сырья или комплектующих деталей. Если изменился поставщик, например министерство прикрепило завод к другому предприятию, то достаточно сообщить новые данные машине и со следующего раза ЭВМ будет готовить письмо-заявку с новым адресом и названием предприятия. Начальник службы снабжения может в любое время получить от компьютера сведения о наличии остатков деталей по любой позиции, о дате отправки очередной заявки на поставку той или иной детали и т. д. Если смежники подводят, то на дисплее руководителя нужного ранга своевременно появится сообщение о задержке поставки необходимых деталей и о том, что их запасов осталось лишь на 72 ч работы главного конвейера... Такое уведомление позволит вовремя послать к нерадивому смежнику грузовик, а если бы ЭВМ не предупредила заранее, то через три дня у сборщиков мог бы начаться длительный «перекур» и пришлось бы снова обращаться к помощи авиации...

В идеале можно обойтись вообще без печатающего устройства. ЭВМ подготовит документы на поставку и высветит их на экране дисплеев исполнителей. После того как с клавиатуры того же дисплея машине будет дана санкция на утверждение (окончательное решение принимается все же человеком, а не машиной), ЭВМ отправит машинный образ документа адресату с помощью электронной почты.

### Основное производство

Читая газеты, журналы, смотря кинофильмы и телепередачи, мы то и дело встречаемся со стремительно умнеющими машинами, постепенно включающимися в самые различные производственные процессы. Эти машины могут быть самых различных видов и предназначаться для самых различных операций, но мозгом почти каждого современного станка или сложного прибора является микроЭВМ.

На заре развития промышленного производства, когда не было электрических двигателей в каждом станке (или даже в каждой отдельной части станка), фабричные цехи были буквально «нафаршированы» ременными передача-



ми, вращающими детали на многочисленных станках. Широкое использование электропривода сделало такую картину анахронизмом. Нечто подобное наблюдается сегодня в изменении подхода к конструированию автоматических устройств.

Представим себе, что при автоматизации какого-то производственного процесса инженер-конструктор решает следующую задачу.

Имеются контакты  $K_1$ ,  $K_2$  и  $K_3$ , автоматически замыкающиеся по мере прохождения заготовки вдоль соответствующих отметок на конвейере. Имеется электрический вентилятор  $B_1$ , который надо включать в случае замыкания контактов  $K_1$  и  $K_2$ , если контакт  $K_3$  пока еще разомкнут (деталь не дошла еще до третьей отметки на конвейере), а на пульте управления переключатель  $P_1$  стоит в положении «ОБДУВ».

Традиционный подход предусматривал простенькую схему: соединить проводами контакты, включить в провод, идущий от  $K_3$ , устройство-инвертор, меняющее «замкнуто» на «разомкнуто», и подвести результирующий сигнал к контактам включения вентилятора. Однако если при дальнейшем проектировании обнаружится, что контакт  $K_2$  несет еще и дополнительную нагрузку, включая, например, двигатель подачи инструмента, а вентилятор следует включать с задержкой в 5 с, то электросхема значительно усложнится. Даже обычный лифт, спроектированный таким «лобовым» способом, выглядит сегодня музейным экспонатом.

С появлением микропроцессоров, умещающихся в одном кристалле, подобные инженерные задачи решаются качественно иным способом. От каждого датчика ведет только один провод — в соответствующий вход микроЭВМ. К каждому исполнительному механизму идет одна управляющая цепь — от соответствующего выхода микроЭВМ. Вся логика, определяющая, при каких комбинациях входных сигналов будут выполняться те или иные включения исполнительных механизмов, строится теперь не на паутине проводов, идущих от контактов датчиков к выключателям сервомоторов, а на введенной в микроЭВМ программе, изменить которую можно за считанные секунды. Это позволяет создавать гибкие автоматизированные производства (ГАП) — целые комплексы станков, которые можно настроить на выпуск новой продукции, не меняя ничего, кроме управляющих программ, расположенных в памяти микропроцессоров.



Кому не приходилось видеть мастера за ремонтом какого-нибудь сложного механизма! У него неплохая голова, золотые руки, многолетний опыт и отличный инструмент, но он вот уже третий час сидит, пытаясь накинуть ключ на гайку, до которой без выхода в четвертое измерение не дотянешься. Слова его, относящиеся к конструкторам ремонтируемого устройства, обычно не предназначаются для печати. И хотя именно конструктор несет ответственность за то, что подвести ключ к гайке нельзя, ибо мешает выступающая деталь, винить его до последнего времени было трудно. Даже очень опытному специалисту нелегко, глядя на чертеж, сказать, дотянется или не дотянется рука с инструментом до нужного места в хитросплетениях сложного прибора. А когда конструкция воплощена в металл и можно убедиться, что отверткой к регулировочному винту не подберешься, менять что-либо уже поздно...

Те же трудности возникают при проектировании производственных процессов с массивными деталями и инструментами. Не всегда удается на этапе технического проектирования определить трудоемкость снятия и установки отдельных блоков, степень удобства при ремонте, выяснить, какие усилия понадобятся для тех или иных действий по обслуживанию оборудования. А когда машина создана, приходится при наборе обслуживающего персонала предупреждать: «После окончания операции этот блок весом в 27 кг нужно доставать одной рукой и бросать на конвейер. Справитесь?!»

В последнее время появилась возможность заранее предвидеть подобные неприятности с помощью компьютерного моделирования еще не существующих в металле конструкций и производственных процессов. «Моделирование с использованием трехмерных графических представлений на ЭВМ может рассматриваться в двух основных направлениях», — отмечает Эдит Майерс в журнале «DATAMATION».

Во-первых, механизм может быть изображен на экране дисплея для изучения его поведения, что заменяет привычные моделирующие процессы, подобные аэродинамической трубе.

Во-вторых, на дисплее может быть смоделирован действительный производственный процесс, чтобы проверить, сколько времени займет у рабочего или робота выполне-

ние определенной производственной операции, какие возникнут напряжения в различных частях оборудования и... какие силы придется прилагать рабочему. В журнале приводится рисунок, показывающий реального техника (человека), устанавливающего тяжелый блок в секцию баллистической ракеты «Трайидент». Рядом — схема того же процесса, смоделированного на экране дисплея ЭВМ. Вместо человека изображен робот (компьютеризованный манекен) ADAM\*, с указанными на его теле стрелками и числовыми значениями возникающих напряжений.

Постепенно становится ясно, указывает Майерс, что моделирование производственных процессов на компьютере может быть дешевле и давать лучшие результаты, чем традиционное построение моделей в натуре.

### Дважды два — десять

Чтобы сделать (произвести как товарную продукцию) почти любой из окружающих нас сегодня предметов, его следует сначала спроектировать. При проектировании определяется внешний вид объекта, уточняются производственные процессы, которые будут применяться при его изготовлении, состав материалов, перечень нужных для изготовления станков, инструментов и оснастки и многое другое. Как правило, почти все рассматриваемые при проектировании вопросы взаимосвязаны. Если конструктор решит применить при изготовлении одной из деталей более твердый сплав, то ему придется позаботиться о другом типе резца при обтачивании этой детали, а может быть, и о модернизации станка, на котором будет производиться эта операция.

Включая в конструкцию блок электронной регулировки, проектировщик должен быть уверенным, что микросхемы, на базе которых выполняется такой блок, будут в нужный момент серийно выпускаться в достаточном количестве. В момент проектирования электронного блока серийное производство этих микросхем может быть еще и не начато.

Человек не может все помнить и все знать. Даже на примере ситуаций, затронутых в двух предыдущих абзацах, видно, что для правильного, успешного проектирования необходимо:

- а) не забыть вообще обратить внимание на данный вопрос (изменить инструментарий при смене мате-

---

\* Anthropometric Design Aid Manneguín — манекен для антропометрического проектирования.



- риала, проверить план выпуска микросхем при закладке их в конструкцию электронного блока...);
- б) иметь доступ к информации, позволяющей принять правильные проектные решения (т. е. справочники с данными о параметрах инструментов и их возможностях по обработке металлов разной твердости, планы производства перспективных типов микросхем и их параметры...);
- в) уметь быстро отыскивать необходимые данные.

Во всем этом неоценимую помощь оказывает компьютер. Одно из самых перспективных направлений применения ЭВМ — это САПР (системы автоматизации проектных работ). САПР не даст забыть о необходимых проверках, поможет получить нужные данные\* и выдаст их в удобной форме на экран или принтер. Если Госплан СССР примет решение серийно производить такой-то тип микросхем с середины будущего года, ваш настольный помощник получит эти сведения по межкомпьютерной связи уже через считанные минуты. Если же искать данные в выпущенном из печати в прошлом году толстом томе, который считается самым свежим справочником по микросхемам, то в конструкцию придется заложить более громоздкие схемы, выпускавшиеся ранее, что увеличит размеры будущего блока и снизит его надежность. Вместо умения искать данные в толстых бумажных справочниках конструктору недалекого будущего понадобится умение пользоваться компьютеризованными САПР, что обеспечит гораздо более высокое качество проектных решений.

Но вот проектные решения приняты. Теперь они должны быть преобразованы в проектную документацию — гору толстых папок с чертежами и техническими описаниями. Авиастроители в шутку говорят, что самолет начинает летать, когда комплект конструкторских документов перетянет вес самого лайнера.

Ясно, что вся эта гора документации не может быть произведена за один день и даже за один месяц. Процесс проектирования с параллельной подготовкой чертежей и описаний может занимать месяцы и годы. За такое время многие проектные решения могут несколько раз пересматриваться, что должно аккуратно отражаться в самых разных местах уже готовых подшивок и чертежных листов. И здесь ЭВМ тоже может оказать незаменимую услугу, значитель-

---

\* Для этого ваша ЭВМ, вероятно, свяжется еще с десятком ЭВМ в разных городах, о чем вы и не узнаете.



но увеличив производительность труда и снизив число ошибок. Если, например, принято решение заменить во всех деталях пластмассу вида А733 на А738, то машина автоматически перерабатывает всю проектную документацию, выполнив нужную замену. Конечно, компьютер не будет заниматься физическим «расшиванием» папок и подчисткой чертежей. При использовании САПР проектная документация готовится, как правило, по безбумажной технологии. Это означает, что до самого конца работы над проектом все проектные документы и чертежи хранятся в памяти ЭВМ и исполнители работают с ними, просматривая тексты и изображения на экране дисплеев. Конечно, может понадобиться рабочая копия какого-то чертежа или текстового описания. Некоторые конструкторы лучше работают, если можно положить перед собой традиционный лист ватмана, раскрасить его в разные цвета, а над текстом — поработать редакторским карандашом. В этом случае нужный лист текста или фрагмент чертежа можно получить из ЭВМ за считанные минуты. После доработки изменения вносятся в машинную память, а рабочая копия обязательно уничтожается, так как законной силой эталона обладает лишь вариант, хранящийся в компьютере.

Понятно, как легко при этом подходе перерабатывать всю совокупность проектных документов. Пусть, например, принято решение на пульте управления вместо пары двухпозиционных выключателей поставить один переключатель на четыре положения. Старые выключатели имели номера  $B_{15}$  и  $B_{16}$ , а новый переключатель должен быть обозначен  $P_{18}$ . Раньше было всего 26 выключателей (с  $B_1$  по  $B_{26}$ ) и 17 переключателей (с  $P_1$  по  $P_{17}$ ). Теперь число выключателей уменьшится на 2, а число переключателей — увеличится на 1. Без применения ЭВМ конструктор вообще не стал бы вносить в проект такие изменения, хотя они уменьшают общее число органов управления и улучшают качество проекта в целом. Ведь после принятия решения придется:

- 1) найти во всех описаниях и инструкциях по будущей эксплуатации проектируемого прибора все упоминания о действиях над выключателями  $B_{15}$  и  $B_{16}$  и заменить их на указания по переключению  $P_{18}$ ;
- 2) все упоминания о выключателях с  $B_{17}$  по  $B_{27}$  исправить, уменьшив номер переключателя на 2, а сколько в документации указаний типа: «...для этого достаточно включить  $B_{21}$  и  $B_{25}$ »...

- 3) исправить в общем описании пульта и всего объекта число выключателей и переключателей;
- 4) пересчитать общую себестоимость изделия, поскольку цена переключателя на четыре положения отличается от цены двух выключателей;
- 5) исправить общую сумму содержания драгоценных металлов в специальном документе, входящем в состав документации на почти каждое радиоэлектронное изделие.

ЭВМ сделает все это автоматически, кроме пункта (1) — она сможет найти все места упоминания удаленных из схемы выключателей, но не способна сама придумать новые формулировки указаний о манипуляциях с  $P_{18}$ .

Если применять ЭВМ только для нахождения наилучших проектных решений или только для создания конструкторской документации, то на каждом из этих направлений можно получить выигрыш в производительности труда конструктора по меньшей мере в два раза. Но комплексное использование САПР, при котором решения, найденные в диалоге с ЭВМ, тут же (при одобрении их конструктором) переходят в проектную документацию, позволяют сократить сроки проектирования в десятки раз.

### На работе не только работают

Современное предприятие — это не просто место, где сосредоточены средства производства. Кроме станков почти каждый крупный завод имеет Дворец культуры, спортивные учреждения, столовые, буфеты, филиалы местных торговых учреждений и т. д.

Имеющиеся на заводе компьютеры могут полностью преобразить взаимоотношения сотрудников с этими службами. На некоторых заводах имеются компьютеризованные столовые. При входе в такой автоматический цех питания работник видит электронное табло с меню на сегодня. Каждому блюду присвоен особый шифр. Чтобы сделать заказ, нужно вставить в приемное устройство свой пропуск (см. выше описание АКПП), по которому компьютер сразу определяет, что заказ сделал слесарь А. Б. Сидоров из восьмого цеха, табельный номер 6577. Алексей Борисович набирает на небольшом пульте шифры закуски, борща, бифштекса и компота. Экран высвечивает для контроля список заказанных блюд, общую стоимость обеда и требует подтверждения. Сидоров нажимает кнопку с надписью «ДА», вынимает свой пропуск и идет в обеденный

зал. Из глубины автоматизированной кухни уже ползет по транспортеру стандартный поднос, на котором формируется обед для Алексея Борисовича. Вот поднос проехал на конвейерной ленте под раздаточным соплом бака с куриным бульоном, под супом гороховым... В тарелку не пролилось ни капли. Но когда поднос оказался под отверстием бака с борщом, компьютер, помнящий заказ Сидорова, дал команду дозатору. Тарелка наполнилась, и поднос поехал дальше. На соседней тарелке появился бифштекс с гречневой кашей, в стакане — компот... Когда поднос показался на выдаче, на электронном табло над выходом конвейера горел текст:

Заказ А. Б. Сидорова  
Табельный номер 6577  
Приятного аппетита!

После еды Сидоров ставит поднос на конвейер для использованной посуды и выходит. Стоимость обеда будет автоматически удержана из зарплаты рабочего.

Все это может показаться фантазией. Но уже в конце 1985 г. Центральное телевидение показало документальный фильм о рижском заводе «ВЭФ», где работает такая столовая. Более того, в отделе кулинарии и полуфабрикатов хозяйки могут в обеденный перерыв записаться всем необходимым для быстрого приготовления ужина. Платить тоже не надо — кассир, конечно, нажимает клавиши на своем аппарате и выдает желающим чеки, но расчет будет произведен компьютером только в конце месяца при выдаче зарплаты. Так ЭВМ помогает экономить время на работе не только при исполнении своих обязанностей, но и в таких обыденных делах, как обед и покупка продуктов. Пластиковый пропуск с комбинацией вырезов, определяющих его владельца, не только служит пропуском на завод, но и оплачивает товары и услуги, работая как электронный кошелек. Все это очень напоминает описанные в книге кредитные карточки, хотя в нашей стране такой подход пока нашел применение лишь в пределах данного конкретного предприятия.

#### НА СТАНЦИИ АВТООБСЛУЖИВАНИЯ

Каждый автовладелец знает, как трудно подчас поставить правильный диагноз — выявить дефект в неработающем автомобильном моторе, особенно, если основная профессия владельца далека от автотранспорта, скажем, журналист, врач, бухгалтер. Можно, конечно, попытаться



найти всезнающего «специалиста», но это долго, дорого и порой недостаточно надежно. А пропускная способность станций обслуживания существенно отстает от быстро растущего автопарка личных автомобилей.

Однако компьютеризация народного хозяйства рано или поздно дойдет и до автосервиса. С довольно сложной диагностикой может легко справиться вчерашний выпускник ПТУ, если он уже научился общаться с компьютером.

...К авторемонтной станции подтащили на буксире неисправный автомобиль. Владелец мог назвать 18-летнему мастеру только один симптом — не заводится. Он с сомнением посмотрел на молодого автослесаря и, не выдержав, задал ему вопрос:

— Да вы какой по счету автомобиль этой модели ремонтируете?

— Первый, — ответил мастер. — Но вы не волнуйтесь, у меня есть надежный консультант.

Он подошел к небольшому пульту с экраном и клавиатурой и набрал на нем марку автомобиля: ЖИГУЛИ — ВАЗ — 21072 год выпуска 1993.

На экране появилась надпись:

ЕСТЬ ВНЕШНИЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ?

Мастер обошел вокруг автомобиля, заглянул под капот и набрал короткое

НЕТ.

Экран спросил:

1. СТУК, ШУМЫ ПРИ ДВИЖЕНИИ?
2. ПОВЫШЕННЫЙ РАСХОД МАСЛА, ГОРЮЧЕГО?
3. ТЕЧЬ МАСЛА, ТОСОЛА, ТОРМОЗНОЙ ЖИДКОСТИ?
4. ПЕРЕГРЕВ ДВИГАТЕЛЯ, СТУПИЦ КОЛЕС ПРИ ДВИЖЕНИИ?
5. НЕИСПРАВНОСТЬ ЭЛЕКТРОСИСТЕМЫ?
6. НЕ ЗАВОДИТСЯ ДВИГАТЕЛЬ?
7. ДРУГИЕ НЕИСПРАВНОСТИ?

В ответ мастер нажал клавишу с цифрой 6.

На экране загорелся новый вопрос:

СТАРТЕР ПРОКРУЧИВАЕТ КОЛЕНЧАТЫЙ ВАЛ?

Мастер предложил вести дальнейший диалог с компьютером клиенту. Тот опасливо отстранился: «Я этих машин, знаете ли, не понимаю. Давайте уж сами».

Мастер повернул ключ в замке зажигания, убедился, что двигатель не реагирует, и набрал на клавиатуре

НЕТ.

ПОМЕРКЛИ ЛАМПЫ НА ПУЛЬТЕ ПРИ ВКЛЮЧЕНИИ СТАРТЕРА?

НЕТ

ГОРИТ ХОТЬ ОДНА ЛАМПОЧКА?

ДА

Клиент, наконец, перестал беспокоиться за судьбу своего автомобиля и теперь с интересом читал на экране дальнейший диалог компьютера с мастером:

СЛЫШЕН ШЕЛЧОК ПРИ ПОВОРОТЕ КЛЮЧА В ПОЛОЖЕНИЕ «СТАРТЕР»?

НЕТ

ПОДКЛЮЧИТЕ КРАСНЫЙ ПРОВОД ТЕСТЕРА К КУЗОВУ, ЗЕЛЕНый — К КОНТАКТУ 67 И ПОВЕРНИТЕ КЛЮЧ В ПОЛОЖЕНИЕ «СТАРТЕР». ВЫ ЭТО СДЕЛАЛИ?

Я НЕ ЗНАЮ, ГДЕ КОНТАКТ 67

ВАС НЕ ПОНЯЛ, ОТВЕЬТЕ «ДА» ИЛИ «НЕТ». ВЫ СДЕЛАЛИ ТО, ЧТО ВАМ РЕКОМЕНДОВАНО?

НЕТ

1. НЕИСПРАВЕН ИЛИ ОТСУТСТВУЕТ ТЕСТЕР?
2. НЕДОСТУПЕН КОНТАКТ 67 ИЛИ НЕИЗВЕСТНО ЕГО ПОЛОЖЕНИЕ?
3. ВЫ ОБНАРУЖИЛИ ОШИБКУ В ПРЕДЫДУЩЕМ ДИАЛОГЕ И ХОТИТЕ НАЧАТЬ СНАЧАЛА?
4. ДРУГИЕ ПРИЧИНЫ?

2

ИЗВЕСТНО ВАМ, ГДЕ РАСПОЛОЖЕН КОНТАКТ 67?

НЕТ

На экране появилось цветное изображение части подкапотного пространства. Зеленым было выделено реле запуска стартера, красная стрелка с надписью «67» указывала на нужный контакт. В нижней части экрана загорелась надпись:

ВЫПОЛНИЛИ ВЫ НУЖНЫЕ ПОДКЛЮЧЕНИЯ?

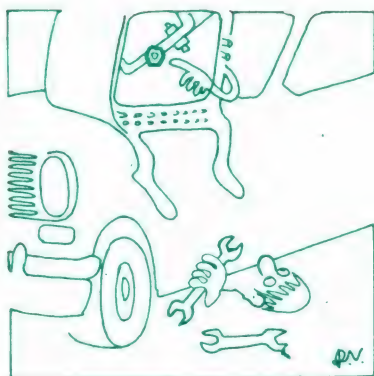
ДА

— ответил мастер после подключения к известному теперь контакту.

УКАЖИТЕ ПОКАЗАНИЯ ТЕСТЕРА В ВОЛЬТАХ ПРИ КЛЮЧЕ, ПОВЕРНУТОМ В ПОЛОЖЕНИЕ «СТАРТЕР»

НОЛЬ

— ответил мастер, повернув ключ и посмотрев на шкалу вольтметра.



Компьютер-подсказчик

НЕ ПОНЯЛ, УКАЖИТЕ ПОКАЗАНИЯ ШКАЛЫ ЦИФРАМИ ОТ 0  
ДО 20.

0

1. ПРЕДПОЛАГАЕМЫЙ ДИАГНОЗ: НЕИСПРАВНО РЕЛЕ  
СТАРТЕРА.
2. РЕКОМЕНДАЦИИ: ЗАМЕНИТЕ РЕЛЕ СТАРТЕРА НОВЫМ.
3. СТОИМОСТЬ: 2.00 — МОЙКА АВТОМОБИЛЯ.  
6.00 — ДИАГНОСТИКА НЕИСПРАВНОСТИ.  
10.00 — РЕЛЕ СТАРТЕРА.  
3.50 — СНЯТИЕ/УСТАНОВКА.

ИТОГО: 21.50

СОГЛАСЕН КЛИЕНТ С УСЛОВИЯМИ РЕМОНТА?

ДА

ПОЛУЧИТЕ РЕЛЕ СТАРТЕРА НА СКЛАДЕ. НОМЕР ВАШЕГО  
ЗАКАЗА 2178.

РЕЛЕ ПОЛУЧЕНО?

ДА

На экране появилась цветная схема замены реле. Рядом со стилизованным изображением гаечного ключа мерцала стрелка, указывающая направление вращения гайки. (Обычно такое изображение появляется по особому запросу, но компьютер уже «знал», что наш мастер не слишком хорошо знаком с данной моделью. Поэтому подсказка о способе замены реле появилась на экране без запроса.) В нижней части экрана горел вопрос:

ТРЕБУЮТСЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПОЯСНЕНИЯ К УСТАНОВКЕ  
РЕЛЕ?

НЕТ

СМЕНЕНО РЕЛЕ?

ДА

ЗАВОДИТСЯ ДВИГАТЕЛЬ СТАРТЕРОМ?

ДА

ЕСТЬ ЛИ У КЛИЕНТА ДРУГИЕ ПРОСЬБЫ, СВЕДЕНИЯ О НЕ-  
ИСПРАВНОСТЯХ?

НЕТ

НАРЯД 2178 ЗАКРЫТ. ПОСЛЕ ОПЛАТЫ КАССИР ВЫДАСТ ПРО-  
ПУСК НА ВЫЕЗД.

Итак, компьютер помог обнаружить дефект и дал указание, как его устранить. Вся диагностика заняла считанные минуты. И поскольку мастер-ремонтник еще многого не знал, то компьютер помог найти нужный контакт и показал на экране схему замены дефектного узла.

Таких компьютеров пока еще нет в нашей службе автосервиса. Но уже появились основанные на ЭВМ экспертные системы (ЭС), которые помогают специалистам находить сложные неисправности. Разработана, например, ЭС, выявляющая неисправности автоматической коробки передач автомобилей «Форд». ЭС включает множество правил и фактов. Работа с ней протекает в форме



диалога, напоминающего описанный. Удобства пользования системой обеспечиваются следующим:

- 1) пользователь может получать разъяснения, почему ему задается тот или иной вопрос;
- 2) в любое время можно получить сведения о состоянии базы знаний системы;
- 3) можно получить список всех правил, относящихся к определенному факту;
- 4) в ходе диалога на дисплее изображается коробка передач, причем мигающим светом отмечаются рассматриваемые в данный момент детали, в отношении исправности которых возникают сомнения;
- 5) в окне слежения, выделенном на дисплее, перечисляются факты, формирующиеся в ЭВМ на основе обработки диалога; таким образом, система «думает вслух».

Сложившегося определения ЭС пока не существует — утверждается в [24]. Специалисты в разных странах называют их по-разному: системы, основанные на знаниях; решатели экспертных задач; консультативные вычислительные системы и т. п.

При этом имеются в виду программы, моделирующие поведение человека-эксперта в предметной области. Большинство ЭС характеризуется следующими особенностями:

- 1) решения ясны, качественны и требуют минимума ресурсов;
- 2) решения являются результатом обработки нечисловой информации, вычислительные методы имеют подчиненное значение;
- 3) ЭС способны анализировать и объяснять свои действия;
- 4) ЭС могут получать от эксперта новые знания и менять в соответствии с ними свое поведение (самообучение);
- 5) решаемые задачи сложны и практически значимы;
- 6) обеспечивается «дружественный» диалог и, как правило, на естественном языке.

В [24] указываются следующие основные типы задач, решаемых с помощью ЭС: задачи анализа, слежения, планирования и разработки. Приведем несколько примеров.

Типичной задачей анализа является диагностика, например определение технической неисправности или установление заболевания врачом с помощью компьютерной ЭС.

Задачи слежения состоят в непрерывном наблюдении за меняющимся состоянием исследуемого объекта, выявлении критических ситуаций и выработке рекомендаций по возведению на объект. Примером может служить управление технологическим процессом, например, в сложных химических или металлургических производствах.

Задачи планирования решаются, как правило, в ходе диалогов типа «А что, если...?». Пользователь как бы испытывает с помощью ЭС варианты планировочных решений, а система помогает ему осознать их возможные последствия.

Наиболее сложны задачи разработки, заключающиеся в создании объекта, обладающего заданными свойствами (в условиях имеющихся ресурсов и компонентов).

Перечисленные свойства ЭС обеспечивают повышенный интерес к ним во всем мире. Ожидается, указывается в [24], что ежегодный прирост капитальных вложений в эту отрасль до 1990 г. будет превышать 85%.

Сбыт математического обеспечения для машин с искусственным разумом (ИР) и самих этих машин возрос практически с нуля в 1981 г. до 750 млн. долл. в 1985 г. К 1990 г. он, по прогнозам, достигнет 10 млрд. долл.

В ряде областей, например при учете товарных запасов на предприятиях, в обработке багажа в аэропортах и т. п., применяются консультативные системы с автоматическим распознаванием человеческой речи (речевой ввод данных). Отмечается, что такие системы имеют пока ограниченный словарный запас (около 150 слов); кроме того, их надо программировать для каждого говорящего в отдельности и, говоря с ними, делать длительные паузы между словами.

#### КОМПЬЮТЕР ПОЗВОЛЯЕТ РАБОТАТЬ НА ДОМУ

Еще в начале XIX в. работа на дому была наиболее распространенной формой занятости. Даже когда труд в заводских цехах с применением дорогостоящих средств производства сделал работу на дому нерентабельной, некоторые считали работу в цехах еще большим злом и продолжали отстаивать свою независимость. Переход к работе в цехах оказался весьма болезненным.

Современная техника передачи информации делает работу на дому в отдельных случаях экономически весьма эффективной. Но если возвращение рабочих мест в четыре стены собственного дома становится вполне возможным, то некоторые нерешенные проблемы все еще остаются.

Работа на дому — отнюдь не мечта далекого будущего. Установленный в квартире у сотрудника дисплейный пульт и оборудование для обработки текстов или другой конторской работы могут быть соединены с помощью телекса или узкочастотной цифровой телефонной сети с соответствующими агрегатами центрального компьютера. Работа, не требующая постоянных личных контактов с руководством, другими сотрудниками или клиентами, скажем, переписка, стандартизованная обработка документов или даже составление программ для ЭВМ, может успешно выполняться на дому.

В США банки, страховые общества, производители вычислительной техники и программного обеспечения к ней давно ведут эксперименты с организацией рабочих мест на дому у служащих. Национальный банк штата Иллинойс обеспечивает заданиями нескольких работающих на дому секретарей. Диктовка записывается на магнитную ленту; написанные секретарем тексты выводятся на экран, установленный в банке, и прочитываются руководителем, который в случае надобности нажатием клавиши «Печать» получает требуемый текст и на бумаге в нужном количестве экземпляров.

Уже в 1983 г. тысячи людей работали на дому, выполняя производственные задания. Одно из страховых обществ США передает надомницам на обработку страховые случаи; только на одной из американских фирм, создающей программные изделия, работают на дому 180 программистов.

Эксперты считают, что к 1990 г. до 20% рабочих мест в учреждениях США будут распределены по квартирам.

В ФРГ также ведутся опыты по использованию рабочих мест на дому. Фирма «Сименс» оснастила квартиры некоторых домохозяек — бывших секретарей — системами обработки текстов; тексты, подлежащие переписке, пересылают им по почте (рукописи, магнитофонные кассеты) либо передают по телефонным проводам на магнитную запись. Переписанные тексты возвращаются в центр по телексу и там проходят дальнейшую обработку.

В земле (области) Баден-Вюртемберг начата работа с моделью телеобработки данных для правительства земли; министерства и ведомства Баден-Вюртемберга уже создали около 50 рабочих мест вне этих учреждений непосредственно на квартирах служащих.



Итак, создание рабочих мест на дому возможно, хотя и связано с некоторыми дополнительными издержками. Чтобы технически оснастить их, обеспечить возможность переговоров, передачи текста, числовой и графической информации, требуются телефоны, телефакс\*, телетайп и видеотерминал, которые плохо «стыкуются» между собой при одном и том же канале связи. Все это может снизить эффективность работы на дому по сравнению с работой в бюро.

Однако эту трудность можно преодолеть, если создать универсальный агрегат, способный воспринимать и передавать любой вид информации по единому каналу связи. Опытные образцы универсальных установок для передачи информации любого вида уже существуют. Быстрое развитие микроэлектроники и потребность в большом количестве установок такого рода могут сделать их вскоре вполне доступными для широкого использования.

Перевод телефонной связи на цифровую основу, который готовится, например, в ФРГ, должен привести к использованию каждой телефонной линии для присоединения установки многоцелевого пользования. Обе пока еще не связанные между собой телефонные сети — обычная и цифровая — должны быть объединены. С помощью объединенной узкополосной сети можно вести переговоры, передавать текстовую или числовую информацию, а также изображения со скоростями в десятки килобайт в секунду.

С помощью обычного медного телефонного кабеля каждый абонент может иметь два канала связи, т. е. возможность передавать два вида информации по 64 000 бит/с, и еще один дополнительный управляющий канал; эти каналы могут быть использованы одновременно. Наличие двух каналов позволяет вести телефонные переговоры также и во время передачи информации. Переход на цифровую основу дает возможность одновременно использовать два вида связи: переговоры вместе с передачей текстовой или числовой информации или передачу текста или чисел одновременно с передачей изображений. Все формы сообщений могут записываться в буферный накопитель, если абонент не принимает их непосредственно.

Объединенная цифровая узкополосная сеть и терми-

---

\* Устройство, позволяющее передавать по линии связи факсимильную копию документов вместе с рисунками, чертежами, подписями и т. д.

нал многоцелевого назначения после их широкого распространения создадут оптимальные условия для оборудования рабочих мест в любой квартире.

### За и против

В одном из исследований, проведенных в США, было установлено, что 2048 служащих одной страховой компании проезжают в среднем 21,4 мили в день. Этим служащим приходится проезжать в общей сложности 12,4 млн. миль в год; общее время, которое они проводят в поездках на работу и с работы, составляет почти полвека. Если проезд 1 мили стоил (по ценам 1974 г.) 22 цента, то годовая стоимость проезда составила 2,73 млн. долл. Г. Б. Кочетков [16, с. 214] указывает, что организация работы на дому позволяет в 29 раз сократить потребление горючего при поездках на работу на личных автомашинах и в 2—11 раз — при пользовании общественным транспортом.

Хотя эти расходы несут служащие, предприниматели вынуждены участвовать в них неявно, повышая оклады и организуя стоянки для личного транспорта в центральной (деловой) части города.

При организации достаточного количества рабочих мест на дому объем внутригородских поездок по городам США, например, в 1975 г. уменьшился бы на 12—14% — и за год было бы сэкономлено 75 млн. баррелей\* бензина. Это могло бы полностью освободить США от импорта нефти.

Если по договору на дому приходится работать неполный рабочий день, то можно установить и более гибкий распорядок — в зависимости от производственной необходимости.

Стоимость зданий или их аренды в деловой части городов весьма высока. При организации работы на дому количество сотрудников непосредственно в бюро сокращается; при этом снижаются также расходы на освещение, отопление, кондиционирование воздуха, уборку. Часть этих расходов вынуждены нести сами надомники.

Служащие экономят время на поездки — это увеличивает их свободное время. Кроме того, они могут более гибко распределять свое время между работой и другими занятиями; работник большей частью сам решает, когда

---

\* 1 баррель = 158,76 л.

и сколько ему следует работать. Ожидается также, что работа на дому будет преобладающей формой для лиц свободных профессий, хотя «свобода» профессии и тогда не будет давать полной экономической независимости от работодателя.

Однако все эти обстоятельства, способствующие распространению работы на дому, имеют и свои отрицательные стороны.

### Социальный риск и изоляция от коллектива

Компании рассматривают надомников как временных работников либо как работающих неполный день [16, с. 215]. Это дает им право не выплачивать многие виды социальных страховок и пособий. Как правило, для них устанавливается более низкая заработная плата. Предлогом для этого служит возможность передавать по линиям дальней связи часть работ в те районы, где ставки зарплаты ниже. В самом деле, представим себе начальника канцелярии. Ему нужно превратить диктофонную ленту с звукозаписью только что проведенного совещания в стенограмму, которая должна быть отпечатана на машинке или даже введена в память ЭВМ для последующей рассылки с помощью электронной почты. Традиционным методом решения этой задачи было поручение ее профессиональной машинистке. Она надевала наушники (чтобы не мешать соседкам и не страдать самой от посторонних шумов), садилась за клавиатуру и, прослушивая запись, создавала машинописный документ. Результатом ее работы мог быть и машинный образ документа, если она «печатаала» его не на обычной машинке, а на дисплее, подключенном к компьютеру. Предприниматель должен был обеспечить этой машинистке рабочее помещение, которое нужно убирать, освещать, отапливать, содержать автостоянку для автомобиля, на котором она добирается до работы...

Гораздо дешевле посадить ту же машинистку в ее собственную квартиру. В любое время суток (даже когда хозяйки нет дома) автоматическое устройство, присоединенное к ее телефону, зафиксирует на магнитной ленте звукозапись того же совещания, переданную из конторы работодателя. Там же будет указан и срок исполнения поручения. В удобное для нее время работница (не обязательно в один прием) наберет на клавиатуре текст стенограммы, который при этом строка за строкой будет появля-



ться на экране домашнего дисплея, а затем запишется на магнитную ленту или небольшой магнитный диск. После окончания работы с этого магнитного носителя текст по обычному телефонному каналу будет передан в контору, где компьютер при необходимости напечатает (уже на бумаге) нужное количество экземпляров. Если созданный документ предназначен для отправки электронной почтой, то адресаты прочтут его на своих дисплеях (возможно, в других городах или даже на других континентах) и, если пожелают, напечатают на своих принтерах.

Еще более выгодно для босса, управляющего конторой в одном из южных штатов США, привлечь к описанной работе не местную машинистку, пусть и работающую на дому, а мексиканскую, которой можно за ту же работу заплатить меньше. В этом случае работа обойдется фирме дешевле даже с учетом платы за дальнюю телефонную связь.

Некоторые компании в США передают часть работ в Пуэрто-Рико и в другие страны Карибского бассейна, компании ФРГ — в Люксембург. Одновременно растет безработица и уменьшается число рабочих мест в своем регионе, но работодатели экономят немалые средства. Широкое привлечение к работе больных и инвалидов, кормящих матерей, студентов и других категорий населения также способствует снижению заработной платы, так как их труд считается менее квалифицированным.

Надомник не вступает в контакты с коллегами или с клиентами, не получает признания руководителей и товарищей по работе. Обычные человеческие контакты становятся в автоматизированном «офисе будущего» редкостью, нарушаются многие складывавшиеся десятилетиями стереотипы поведения в коллективе, отношения руководителей и подчиненных обезличиваются, растет чувство неудовлетворенности трудом. Все это приводит к увеличению числа психических расстройств, которые нередко выливаются в акты вандализма против вычислительных машин. Когда технические средства используются не только для работы, проблема социальной изоляции обостряется. Приведем пример.

Фрау Мюллер сидит у домашнего терминала. Она посылает своей приятельнице электронное поздравление с днем рождения, просматривает каталог бюро путешествий, подбирает себе подходящую поездку по Средиземному морю, выполняет обработку документов для фирмы NN, контролирует с помощью видеомонитора, спят ли в своей комнате дети, смотрит по телевидению приключенческий фильм, просматривает телегазеты, просит соседку убавить громкость музыкальной радиопередачи,

включает телепередачу «Как побороть одиночество?», вызывает на экран брачные объявления, в пятый раз смотрим фильм с участием Луи де Фюнеса, нажатием кнопки открывает дверь возвращающейся с прогулки таксе, получает у телеповара консультации по меню на четверг, узнает, поступили ли новые товары в универмаг, и делает заказ на доставку их домой. Узнает в сберкассе, каков остаток на ее текущем счете, дает поручение сделать перечисление платы за квартиру и телефон, а перед сном заказывает телебеседу с приходским священником. Экономия времени оказывается для фрау Мюллер потрясающей. Мало того: за весь день ей не пришлось сделать ни одного шага, не пришлось встретиться ни с одним человеком, пожать кому-либо руку. За весь день она не пережила ничего человеческого — и «сэкономила» целый день своей жизни!

Следует также опасаться, что на дом будет выдаваться лишь простейшая стандартизованная работа. Она окажется не только социально изолирующей, но и весьма монотонной; поэтому не только отсутствие человеческих контактов, но и сам характер работы не может в этих условиях приносить работнику удовлетворение.

С компьютером можно работать не только в домашних условиях. В недалеком будущем в гостинице можно будет получить номер, оборудованный как телефоном и телевизором, так и персональным компьютером. Или взять его напрокат у портье, как сейчас берут, например, утюг. Уже существует и *компьютер коммивояжера*, уместающийся в «дипломате».

...10 мая к одному москвичу пришел агент Госстраха, оформил договор страхования его личной автомашины, получил деньги и, прощаясь, предупредил:

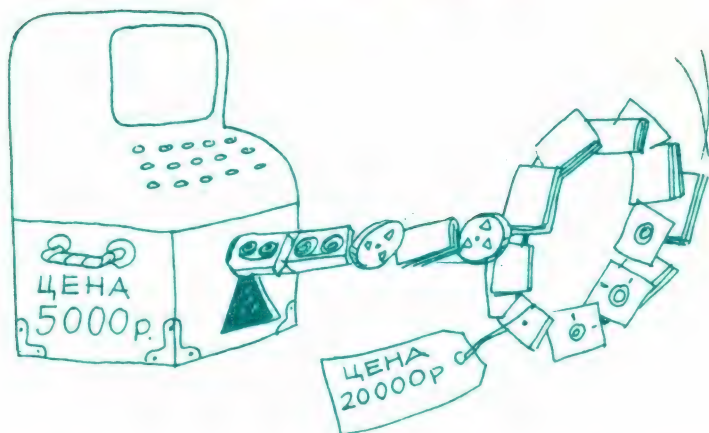
— Теперь Госстрах будет отвечать при повреждении или угоне вашей машины в пределах пяти тысяч рублей. Но старайтесь не разбить ее в течение ближайших десяти дней, ибо договор вступит в силу только 21 мая.

Десять дней уйдут на дооформление: агент сдаст деньги и копию договора в инспекцию; договор зарегистрируют и внесут в реестр; реестр перешлют в управление... Ведь были же попытки застраховать уже разбитую машину задним числом!

В некоторых государствах агенты страховых компаний носят с собой компьютер коммивояжера. Придя к клиенту, агент подключает компьютер к электросети и к телефонной линии. Данные об оформляемом договоре передаются центральному компьютеру страхового общества. Получив деньги, агент набирает на клавиатуре компьютера известный только ему шифр — и сделка завершена. Если клиент после этого сядет в свою машину и на первом же перекрестке попадет в аварию, оказывается, что договор страхования уже вступил в силу, хотя с момента его оформления прошло всего несколько минут.

## Часть IV

### ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА



Чтобы обучать студентов, нужно здание и хорошо оборудованные учебные кабинеты. Однако качество обучения определяет прежде всего уровень преподавателей.

Чтобы сварить борщ, нужна кастрюля. Но качество борща определяется не кастрюлей, а продуктами, которые заложит в кастрюлю хозяйка.

Чтобы обрабатывать большие массивы данных, нужен компьютер с достаточным быстродействием и объемом памяти. Но качество обработки информации с помощью компьютера определяется прежде всего заложенными в него программами. Эти программы, снабженные технической документацией, позволяющей запустить их в работу, называют программными средствами вычислительной техники (ПС ВТ).

#### КАСТРЮЛЯ И ЕЕ СОДЕРЖИМОЕ

В рекламных публикациях иногда перечисляют необыкновенные возможности ЭВМ в самых различных областях. Так, в газете «Советская Россия» говорится:

Сочинить музыку, обучить чтению и счету, отредактировать текст, составить каталог домашней библиотеки, произвести коммунальные расчеты — все это может миниатюрный бытовой компьютер «Микроша»...

Все эти восторги, увы, сильно преувеличивают нынешние возможности рекламируемой ЭВМ. Компьютер, даже прошедший госприемку, сам по себе ничего этого не может. Нужны еще довольно сложные программы и достаточные навыки владельца в пользовании ими. И если минимальные навыки в пользовании компьютером его владелец



может приобрести за неделю — другую, то на составление программ нужны годы.

Представьте себе рекламное объявление:

Покупайте авторучки «Союз»! Ими можно написать детективы в стиле Шерлока Холмса, пародии во вкусе Александра Иванова, тексты песен для популярного ансамбля «Машина времени», кандидатские и докторские диссертации в любой области науки!

Такая реклама была бы столь же близка к истине, как и приведенная выше публикация «Советской России».

На маломощных (по сравнению с нынешними) ЭВМ 60-х годов, например серии «Минск», можно было решать сравнительно несложные задачи, и программы для их решения работники вычислительных центров часто составляли самостоятельно. Теперь появилась возможность решать с помощью ЭВМ куда более сложные задачи, и программы для их решения стали гораздо сложнее. Стоимость изготовления программ для современных компьютеров может в несколько раз превышать стоимость самих вычислительных машин.

А нужны ли читателю сведения о программах, об их свойствах и трудностях их создания?

С каждым днем использование ЭВМ получает все большее распространение. Многие читатели этой книги будут широко применять компьютеры в своей профессиональной деятельности. Некоторым придется изучить основы программирования и самостоятельно или с помощью профессионалов составлять программы. Но таких будет немного. Научиться же формулировать требования к заказываемой профессионалу программе или пользоваться компьютером с готовыми программами придется чуть ли не каждому специалисту. А для этого нужно понимать, что можно поручить машине и как сформулировать это поручение, ибо ЭВМ требуют четких и, главное, однозначных формулировок (см. раздел «Здравый смысл и дотошный компьютер»).

### ИНСТРУКТИРУЕМ ПЕТЮ

Создание качественного программного средства возможно лишь тогда, когда разработчик обладает детальным знанием того, что должна совершить под управлением данной программы вычислительная машина\*. Хорошей аналогией

---

\* Далее мы не будем различать действия программы и компьютера, который эту программу выполняет. Поэтому вместо «ЭВМ спросит» будем говорить «программа спросит» и т. д.

составлению программы может служить инструктирование исполнителя, который должен в отсутствие руководителя выполнить определенную работу.

Приступая к составлению программы, полезно иногда представить ее себе в виде наставления воображаемому роботу *Пете*. Петя умеет абсолютно безошибочно, с точностью до десятка значащих цифр и со скоростью до миллиона действий в секунду выполнять четыре действия арифметики и извлекать квадратные корни. Он может запоминать числовую и текстовую информацию объемом в миллиарды знаков. Он способен также запомнить и предельно точно выполнить инструкции по работе с хранящимися в его памяти данными, даже если эти инструкции содержат миллионы отдельных приказов. Но в остальном его знания и умения близки к нулю. Он знает правила действий с числами, знает, что такое буква, и помнит порядок букв в алфавите. Однако слова *стол*, *треугольник*, *женщина*, *поджарить* — для него лишь наборы букв.

В дальнейшем мы примем, что Петя находится внутри воображаемого компьютера, программы для которого мы обсуждаем. Он воспринимает исходные данные, которые пользователь набирает на клавиатуре дисплея, а его ответы появляются на экране того же дисплея в виде букв и цифр. Положим, что экран дисплея имеет 24 строки, в каждой из которых помещается до 80 символов — букв, цифр, знаков и пробелов между ними.

### Вычисление площади треугольника

Представим себе, что нам нужно написать программу (т. е. инструкцию для Пети) вычисления площади треугольника по длинам всех его сторон. Программа должна ввести исходные данные, т. е. три числа  $a$ ,  $b$  и  $c$ , и выдать результат, получив его, например, по формуле Герона

$$S = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)},$$

$$\text{где } p = \frac{a+b+c}{2}.$$

Программу для Пети нельзя задать в виде фразы: введи значения сторон треугольника и вычисли его площадь по формуле Герона. Пете ничего не известно о том, что такое треугольник, что такое сторона треугольника, кто такой Герон (или что это такое) и как вычислить площадь. Но Петя умеет выполнять арифметические

действия над числами. Поэтому программу первоначально можно было бы сформулировать так:

- (1) Ввести с экрана дисплея одну строку, в которой будут заданы три числа.
- (2) Запомнить введенные числа в порядке их поступления под именами  $a$ ,  $b$  и  $c$ .
- (3) Вычислить значение  $(a + b + c)/2$  и запомнить его под именем  $p$ .
- (4) Вычислить значение  $p(p - a)(p - b)(p - c)$ , извлечь из него квадратный корень и результат запомнить под именем  $S$ .
- (5) Выдать на экран дисплея текст:  
**ПЛОЩАДЬ ТРЕУГОЛЬНИКА, ДЛИНЫ СТОРОН КОТОРОГО ВЫ ВВЕЛИ, РАВНА**, далее значение величины  $S$ .
- (6) Прекратить работу.

Составив такую программу и передав ее Пете, пользователь может подумать, что тот готов к работе. Теперь можно вводить тройки чисел и получать площади определенных такими сторонами треугольников, причем вычисление площади каждого треугольника должно отнимать лишь несколько микросекунд! Но не тут-то было...

Начнем с того, что Петя не воспримет такую программу, ибо она содержит неопределенности. Так, в первом *приказе\** не сказано, в какой именно из 24 строк экрана дисплея Петя должен искать заданные пользователем числа. В пятом приказе не указано, в какую строку экрана нужно выдать результат — в верхнюю, нижнюю или в какую-то другую.

После исправления этих двух приказов (будем для определенности считать, что выбрана верхняя строка для ввода данных и нижняя, 24-я — для вывода результата) можно ожидать, что программа будет работать. Однако дав команду на выполнение, мы обнаружим, что Петя начинает и даже заканчивает работу сразу же после этой команды, не дождавшись, пока будет введено хотя бы одно из трех чисел. Он просто выполняет действия над теми числами, которые расположены в верхней строке экрана (например, остались там от предыдущей работы) и выдает бессмысленный ответ.

Исправим программу. Теперь приказы 1 и 5 будут выглядеть так:

---

\* Отдельные приказы в программах иногда называют командами или операторами.



- (1) Дождаться, пока на клавиатуре дисплея будет нажата клавиша ВВОД, после чего ввести из верхней строки экрана три числа.
- (5) Стереть все строки экрана, кроме первой, и вывести с первой позиции 24-й строки текст...

После такого исправления программы нам, наконец, удастся выполнить вычисление площади треугольника. Введем в верхнюю строку экрана числа 3, 4 и 5 (остальные строки могут содержать любую информацию, стирать ее не обязательно). Экран с набранными данными изображен на рис. 32.

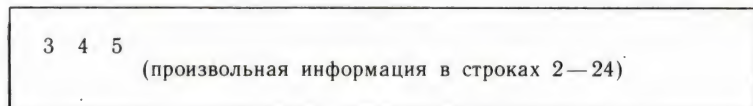


Рис. 32

Нажмем клавишу ВВОД. Практически мгновенно экран примет вид, изображенный на рис. 33.

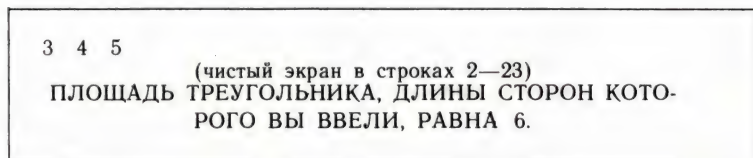


Рис. 33

Казалось бы, работа над программой закончена. Это действительно так, если она создавалась для расчета площади *одного-единственного* треугольника. Но мы уже говорили, что для одноразовых расчетов применять ЭВМ, как правило, невыгодно. Поэтому представим, что предстоит вычислить площади нескольких сотен треугольников. Значит, составленная нами программа предназначена для массовой эксплуатации — ее будут использовать много раз с различными исходными данными. В реальной жизни с программы снимают множество копий (стоимость такого тиражирования чрезвычайно мала) и с этими копиями могут на тысячах компьютеров работать одновременно десятки тысяч пользователей.

Если в массовую эксплуатацию передать приведенную программу, которая, казалось бы, успешно прошла испытания, то начнутся...

## Ошибки в работающей программе

Мы намеренно вынесли в заголовок слово «работающая», имея в виду программу, успешная работа которой уже была единожды (а в реальной жизни иногда несколько тысяч раз) успешно продемонстрирована. Ошибки в НЕРАБОТАЮЩИХ программах\*, как правило, видны только создающим их программистам, поэтому такие ошибки мы обсуждать не будем.

Что же бывает с программой, успешно прошедшей одно-два испытания, когда ее передают в массовую эксплуатацию? С ней начинают работать. При этом с программой не всегда обращаются так, как задумал автор.

Пусть, например, один из пользователей ввел в качестве исходных данных числа 3, 4 — 5. Программа выполнит указанные действия и получит значение 6. Но этот ответ явно не имеет смысла, как не имеет геометрического смысла треугольник с отрицательной длиной стороны.

После того как выяснилось, что программа не замечает отрицательных значений на вводе, как и в случае любых замеченных в процессе эксплуатации недочетов, в программу вносят изменения — *правят* программу. Можно, например, между приказами (1) и (2) ввести новый приказ:

(1а) Если хотя бы одна из введенных величин — отрицательное число или нуль, выдать в нижнюю строку экрана текст:

**ДЛИНЫ СТОРОН ТРЕУГОЛЬНИКА ДОЛЖНЫ БЫТЬ ПОЛОЖИТЕЛЬНЫМИ**

и прекратить вычисления.

Пусть далее другой пользователь набрал длины 1, 1, 100. Грамотному школьнику понятно, что треугольника с такими сторонами на плоскости не может быть, хотя на замкнутых поверхностях (например, на шаре или цилиндре) такой треугольник возможен. Но Петя будет действовать строго по программе и выдаст бессмысленный ответ: НЕ МОГУ ИЗВЛЕЧЬ КОРЕНЬ ИЗ — 6247500, ибо именно к этому его приведет исполнение приказа (4).

---

\* Пример такой ошибки приведен выше — не был указан номер строки экрана.

Правка программы выразится теперь во вводе приказа:

(16) Если хотя бы одно из неравенств  $a + b > c$ ,  $a + c > b$ ,  $b + c > a$  не выполняется, выдать в нижнюю строку экрана текст:

**ТРЕУГОЛЬНИКА С ТАКИМИ СТОРОНАМИ  
НЕ БЫВАЕТ**

и прекратить вычисления.

### **Каждую программу можно сделать короче**

Можно заметить, что проверять положительность чисел  $a$ ,  $b$  и  $c$  при истинности всех трех приведенных неравенств нет надобности: сложив эти неравенства попарно, легко увидеть, что ни одно из чисел отрицательным быть не может. Поэтому приказ (1a) является лишним и его вполне можно из программы удалить. Если этого не сделать, программа не будет давать неправильных результатов. Она просто будет немного длиннее и при решении каждой из серии однотипных задач будет выполнять несколько лишних действий. Для программы, ввод данных в которую отнимает несколько секунд, а вычисления — несколько микросекунд, допустимо даже 99,9% бесполезных операций. Кроме того, программа настолько проста, что ненужность одной из проверок легко заметить даже после того, как программа написана полностью и начала работать.

При разборке реальных программ, которые могут содержать миллионы приказов, удаление лишних проверок и вычислений желательно проводить на самых ранних этапах проектирования, т. е. еще при обсуждении задания на программирование. Если этого не сделать, то отыскать возможности сокращения уже составленной программы может оказаться сложнее, чем переписать программу заново.

К сожалению, перед началом разработки программы коллектив авторов (или заказчик) не всегда четко представляет себе задачу в целом и набор отдельных операций, необходимых для ее решения. Поэтому создаваемые ими программы напоминают иногда латаный-перелатанный кафтан, который хороший хозяин при первой возможности заменил бы новым.

Существует еще одна причина появления чересчур длинных, запутанных и медленно работающих программ.



Когда в каком-то НИИ или КБ обнаруживается потребность в решении на ЭВМ новой задачи, руководство должно сделать выбор: составлять ли программу для этой задачи заново или приспособить уже разработанную в другом месте программу, которая решает сходную задачу. Такое приспособление обычно стоит значительно дешевле, хотя эффективность его напоминает способ получения кипятка с предварительным опорожнением чайника, описанного на с. 19. Имеющаяся *чужая* программа вычисляет обычно не все, что требуется, а некоторые ее результаты, наоборот, не нужны для решения новой задачи. Кроме того, часть результатов может выдаваться не в той форме, которая требуется (например, мощность — в лошадиных силах, а не в киловаттах). В результате к имеющейся программе делается несколько заплат — дополнительные блоки, увеличивающие длину программы и время ее работы. Вносить же изменения в полученные таким способом программы чрезвычайно трудно — слишком велика возможность ошибиться и испортить программу. Однако самостоятельная разработка программы для *своей* задачи обходится крайне дорого, требует многих человеко-лет квалифицированного труда и затрат дорогостоящего машинного времени на отладку. Поэтому большинство реально эксплуатируемых сегодня программ получено именно доработкой (*привязкой*) более ранних программ к местным условиям описанным способом. А среди программистов широко распространено анекдотическое утверждение, что любую работающую программу можно сделать на одну команду короче.

### Каждую программу можно сделать надежнее

Вернемся к программе вычисления площади треугольника. Казалось бы, эта программа уже отлажена\* и в ней предусмотрена реакция на все возможные ошибки пользователя, вводящего данные. Однако разработчики реальных программ знают, что пользователи подобны шаловливому ребенку, играющему в отсутствие старших с телевизором или магнитофоном. Дж. Мартин, один из ведущих американских специалистов по применению

---

\* Отладкой программ называют процесс исправления ошибок, начинающийся с момента, когда программа впервые выдала хотя бы один осмысленный результат. Отладка сложных программных систем, содержащих миллионы приказов, может занимать тысячи человеко-лет квалифицированного труда.

ЭВМ, рассказывает, как проводили свободное время операторы Нью-Йоркской системы SPRINT, предназначенной для диспетчеризации полицейских автомобилей. Эти операторы развлекались попытками вывести систему из строя, вводя заведомо неправильные сообщения (приводится по [26], с. 65). Из-за того, что пользователями компьютерных систем являются люди со всей непредсказуемостью человеческой природы, при разработке реальных программ приходится предусматривать самые немыслимые ситуации, в которых эти программы должны все же давать осмысленные ответы. Сложные комплексы программ, удовлетворяющих таким требованиям, иногда называют надежным программным обеспечением компьютерных систем.

Подробный разбор всех защит от неправильного поведения пользователя, которые следовало бы предусмотреть даже для обсуждаемой нами простенькой учебной программы, занял бы несколько десятков страниц. Следовало бы, например, проверить, что в первой строке экрана ровно три числа, а не одно и не шесть, что заданы именно числа, а не данные вида 24? КОЛЯ+7, что величины и точность этих чисел не превосходят допустимых пределов и т. д. В реальных программах, спроектированных с достаточной надежностью, совокупности приказов, которые должны работать только в особых аварийных ситуациях, занимают порой более 90% общего объема программы. Это совокупности приказов называют иногда блоками «защиты от дурака». Такие системы, обладая достаточной надежностью, устойчиво функционируют даже при самых неподходящих действиях работающих с ними людей.

Защитные блоки не всегда удается встроить в программу сразу. В мировой практике неоднократно отмечались случаи, когда программа, работавшая круглосуточно многие годы, давала неверный результат при одновременном наступлении нескольких маловероятных событий. Известен, например, случай, когда безусловно функционировавшая система расчета зарплаты вышла из строя из-за того, что двое сотрудников, чьи фамилии стояли в списке подряд, поженились.

Особенно трудно предусмотреть защиту от необычных ситуаций в диалоговых системах, где несколько пользователей могут независимо друг от друга вводить в ЭВМ сообщения со своих дисплеев. Примером такой системы может служить уже описанная «Экспресс-2».



Что произойдет, если кассир запросит не 2 места, а 2000 мест на поезд? Как будет действовать «Экспресс-2» при возврате билета, который не числится проданным? На эти и другие подобные вопросы коллективу разработчиков было не так уж трудно ответить. Ответами служили те самые блоки защиты с не очень вежливым названием, которыми система как линией укреплений защищена от возможных ошибок кассиров. Гораздо труднее было вовремя задать эти вопросы, т. е. составить более или менее исчерпывающий список ситуаций, для которых разработчикам следовало предусмотреть особые решения.

Эта работа — придумывание особых ситуаций и описание для каждой из них реакции системы — не требует почти никакой квалификации по составлению программ в общепринятом смысле. Не требуется знать какой-нибудь язык программирования. Однако составление списка экстремальных ситуаций и описание (на обычном русском языке) однозначной реакции ЭВМ на каждую такую ситуацию — один из самых ответственных этапов работы в проектировании сложных систем. От опыта проектировщиков, выполняющих эту работу, зависят такие важнейшие характеристики всего проекта, как живучесть системы, количество ее отказов, затраты на внедрение, а часто именно степень защищенности от пользователей определяет конечный успех системы или, наоборот, ее непригодность для решения поставленной задачи.

Надежность, защищенность систем обеспечивается на разных этапах их создания. Во-первых, как уже сказано, список особых ситуаций составляется и нужные блоки вставляются в программы еще во время разработки системы. Во-вторых, после начала опытной эксплуатации большой системы обработки данных специальная бригада начинает имитировать самую неправильную работу с системой, всеми силами пытаясь вывести ее из строя. В эту проверочную бригаду обычно включают специалистов, не принимавших участия в работе над основным проектом. В их задачу входит провоцирование системы на отказ путем самых, на первый взгляд, неумных попыток ввода неподходящих исходных данных или запросов. Когда им это удастся, авторы программ испытывают двойственные чувства. С одной стороны, в их детище найден недостаток и теперь придется вставлять новый блок защиты, с другой — тяжело в учении — легко в бою! Лучше предусмотреть этот блок до сдачи программы



в промышленную эксплуатацию, чем нести потом ответственность за возможный отказ системы, если придуманная проверочной бригадой ситуация произойдет при реальной эксплуатации.

### Подсчет повторов

Петя не знает понятия «слово». Вся нечисловая информация состоит для него из отдельных символов, среди которых он находит одинаковые и различные.

Представим себе, что пользователь ввел с дисплея строку за строкой большой текст, например текст этой книги, и Петя запомнил весь этот текст до последней запятой построчно.

Поручим Пете показать на экране все участки текста, в которых встретилось слово **скажем**. Приказа, сформулированного в такой форме, Петя не поймет. Он не знает, что такое слово, не умеет делить строку на слова и сравнивать одно слово с другим. Поэтому задание придется дать в такой, например, форме:

- (0) Начать просматривать текст с первой строки текущей.
- (1) Присвоить номеру текущего символа в строке значение «1», обозначив его буквой  $j$
- (2) Если  $j > 75$ , то перейти к приказу (11)
- (3) Если в текущей строке в позиции с номером  $j+0$  не символ «с», то перейти к приказу (11)
- (4) Если в позиции с номером  $j+1$  текущей строки не символ «к», то перейти к приказу (11)
- (5) Если в позиции с номером  $j+2$  текущей строки не символ «а», то перейти к приказу (11)
- (6) Если в позиции с номером  $j+3$  текущей строки не символ «ж», то перейти к приказу (11)
- (7) Если в позиции с номером  $j+4$  текущей строки не символ «е», то перейти к приказу (11)
- (8) Если в позиции с номером  $j+5$  текущей строки не символ «м», то перейти к приказу (11)
- (9) Выдать на экран дисплея 21 строку текста, средняя из которых является текущей, а в 24-ю строку вывести текст: КОНТЕКСТ «СКАЖЕМ» НАЙДЕН В СТРОКЕ, после которого вывести номер текущей строки
- (10) Прекратить работу до нажатия клавиши ВВОД, после чего перейти к следующему приказу.

- (11) Увеличить номер текущего символа  $j$  на единицу и перейти к приказу (2)
- (12) Если в тексте есть еще строки, считать следующую строку текущей и перейти к приказу (1)
- (13) Вывести в 24-ю строку экрана текст:  
**В ОСТАТКЕ ТЕКСТА КОНТЕКСТ «СКАЖЕМ»  
НЕ НАЙДЕН.**
- (14) Прекратить работу.

Программа ПОИСК, приведенная выше, будет при каждом нажатии клавиши ВВОД показывать на экране очередную строку, содержащую заданный контекст (слово «скажем»), а если такого уже нет — сообщать об этом в соответствии с приказом (13).

К сожалению, эта (сильно упрощенная) программа ПОИСК решает поставленную задачу отнюдь не удовлетворительно. Во-первых, будут показаны не только строки со словом «скажем», но также строки, содержащие слова «расскажем», «подскажем» и т. п. В сложных системах (скажем, в системах обнаружения воздушного нападения) такие ситуации называются *ложными тревогами*: распознаваемый объект ошибочно относят к классу, к которому он не принадлежит. Например, американская система раннего обнаружения баллистических снарядов Ballistic Missil Early Warning System должна наблюдать за объектами, движущимися по направлению к США, и, если объект не опознан, начать последовательность защитных мероприятий — от попыток установить связь с объектом до перехвата и ответного удара. Один из ранних вариантов такой системы ошибочно принял поднимающуюся Луну за снаряд, летящий над северным полушарием.

Во-вторых, ПОИСК не обнаружит участков текста, где слово «скажем» разбито переносом. Ошибки такого типа называются у профессионалов ошибками типа *пропуск цели*.

Чтобы программа ПОИСК не ошибалась в этих случаях и в других особых ситуациях, в нее понадобилось бы встроить много дополнительных приказов — а это увеличило бы их общее число в несколько раз.

Описанные варианты программы дают достаточное представление о трудностях перевода на машинный язык самых обычных для человека заданий.

#### **ЧТО ТАКОЕ ПРАВИЛЬНАЯ ПРОГРАММА!**

Вопрос не так прост, как может показаться на первый взгляд. Г. Маерс [26, с. 10] отмечает, что согласно одно-

му из определений программа содержит ошибку, если она выполняет не то, что заказал пользователь программисту — составителю программы. Это определение страдает существенным недостатком: неявно предполагается что пользователь заказал то, что ему действительно нужно.

Программа, принявшая Луну за воздушную цель, с точки зрения пользователя (Министерство обороны США), содержала ошибку, а с точки зрения разработчиков, возможно, и не содержала. Разработчик, указывает Маерс, может настаивать на том, что заказ на создание программы требовал предпринять защитные действия по отношению к любому движущемуся объекту, появившемуся над горизонтом и не опознанному как «свой» летательный аппарат.

Конечно, если программа не делает даже того, что заказал пользователь, то она составлена неправильно. Но большинство программ, которые лишь слепо копируют пожелания заказчика, тоже являются плохими. Примером может служить описанная программа вычисления площади треугольника в ее первоначальном варианте. По-настоящему же хорошая программа делает то, что на самом деле нужно пользователю, даже если он не смог сформулировать свои потребности в первоначальном заказе разработчику. Именно поэтому в цене программных средств, продаваемых многими преуспевающими западными фирмами, заложено не только программистское умение их сотрудников (т. е. умение переводить на программный язык заказы пользователей), но и экспертная квалификация в конкретной предметной области, т. е. умение глубже самого пользователя проникнуть в его нужды.

### Кто должен разрабатывать программные средства?

Недавно в СССР начал активно развиваться фристайл — фигурный спуск на лыжах по некрутому склону. Когда набирали первые команды, оказалось, что лучших результатов добиваются не лыжники-профессионалы, обученные элементам акробатики, а акробаты-профессионалы, ставшие на лыжи. Мировой опыт создания программных средств дает аналогичные результаты. Самые лучшие программные проекты разработаны коллективами, включавшими как программистов-профессионалов, так и специалистов предметной области (пользователей) высо-



кого класса, получивших дополнительно квалификацию по проектированию программных средств.

Дж. Фокс показывает достоинства и недостатки подхода двух типов разработчиков к формулировке их проектного описания. Пользователь, по мнению Фокса, не знаком с состоянием технологии и возможностями ЭВМ; он не понимает, что сделать легко, а что — сложно. Когда пользователь без специалиста по проектированию вычислительных систем формулирует требования, возникают подчас наивные формулировки, запрашивающие либо слишком много, либо очень мало.

Однако без пользователя, каким бы он ни был дилетантом в информатике, даже самые талантливые проектировщики не создадут нужных ему, пользователю, систем. Если проектировщику позволить самому формулировать требования, он, вероятнее всего, пропустит некоторые тонкие, но весьма важные функции. Получив затем такую систему в эксплуатацию, пользователь может подумать, что ее авторы живут, по выражению Фокса, в башне из слоновой кости.

В проектировании сложных программ должен обязательно участвовать и руководитель достаточно высокого ранга. Академик В. М. Глушков еще в 70-х годах провозгласил *принцип первого руководителя*, который должен непременно курировать создание систем электронной обработки данных. Еще более категоричен профессор Нью-Йоркского университета Б. Шнейдерман [27, с. 255]:

«...если в разработке не участвуют администраторы высокого уровня, проект, вероятнее всего, потерпит неудачу.

...Если определяющие решения оставить на долю только технического персонала, противники новой системы обеспечат ее провал».

В рамках обследования, результаты которого опубликованы еще в 1976 г., были опрошены 225 администраторов среднего уровня, которым по роду работы приходилось контактировать с компьютерными информационными системами. Было обнаружено, что принятие информационной системы положительно соотносится с участием в разработке и отрицательно — с восприятием системы как навязанной извне. Иными словами, больше «валок в колеса» внедрению систем электронной обработки данных ставят те администраторы, которых не привлекли к разработке на этапе проектирования.

Все сложные системы электронной обработки данных XXI в. будут созданы по чьим-то требованиям. Авторами

(или соавторами в качестве специалиста-пользователя) многих из этих требований-заказов будут те, кто сегодня читает эту книгу. От того, насколько хорошо они будут понимать возможности ЭВМ, зависит качество будущих программ, а значит, и та польза, которую принесут компьютеры под управлением этих программ.

### Программирующие дилетанты

Представим себе инженера, который уже много лет по одним и тем же формулам выполняет одни и те же расчеты — например, систем горячего водоснабжения зданий. Если он закажет свою программу профессионалу, то, скорее всего, получит ее очень нескоро: ведь программистов значительно меньше, чем заказчиков, а создание программ — дело довольно длительное. Но в конце концов программа будет составлена и о ручном расчете для решения этой задачи можно будет забыть. Отметим лишь, что речь идет здесь о вполне определенной задаче, все этапы ручного решения которой хорошо известны заказчику.

Существует, однако, целый класс потенциальных потребителей компьютерных услуг в сфере науки, техники, медицины, образования, которые до последнего времени были «отделены от вычислительных ресурсов спинами программистов» [25, с. 151]. С появлением персональных компьютеров они получают возможность самостоятельно составлять программы наиболее интересных в профессиональном отношении задач, точное содержание которых не всегда удавалось сформулировать в задании программисту. Таких программирующих пользователей стали называть *парапрограммистами* (пара — от греч. возле); их программы в лучшем случае вызывают у профессионалов лишь снисходительную улыбку. Действительно, программы дилетантов\* работают обычно медленнее, занимают больший объем памяти и не столь универсальны, как творения программистов-профессионалов. В них чаще всего не предусмотрена защита от возможных ошибок при вводе; если в такую программу ввести вместо положительного числа отрицательное — она «не заметит» этого и выдаст бессмысленный результат или остановится. Но ее автора, являющегося и единствен-

---

\* Дилетантами парапрограммисты выступают лишь при создании программ. В своей предметной области они, как правило, высокопрофессиональны.

ным пользователем, это не волнует: он почти не ошибается, вводя данные в свою программу, поскольку наизусть знает ее возможности и особенности.

Основное достоинство таких программ, окупающее все их недостатки, заключается в том, что они *работают*, а значит, освобождают их автора-пользователя от какой-то части рутинных вычислений или даже дают возможность создать принципиально новые методы работы, в принципе недоступные не вооруженному компьютером интеллекту. Г. Р. Громов указывает [25], что чаще всего никто, кроме автора, не смог бы создать эту программу, так как он создал ее алгоритм только в процессе длительного общения с ЭВМ и даже после окончания работы не смог бы достаточно четко сформулировать этот алгоритм для программиста.

Обеспеченность компьютерами, особенно персональными, будет расти в ближайшие годы значительно быстрее, чем количество профессиональных программистов. В крупнейшей на Западе научно-исследовательской организации «Бэлл лэбс» на одного инженерно-технического сотрудника уже приходится в среднем 1,5 дисплея для работы с ЭВМ [25, с. 68]. Многим научным работникам, инженерам, врачам, юристам, журналистам завтрашнего дня не обойтись без освоения, хотя бы в минимальном объеме, приемов программирования стоящих перед ними задач.

### ДРУЖЕСТВЕННЫЙ ДИАЛОГ И МЕДВЕЖЬИ УСЛУГИ

Одним из свойств хорошей программы является, как говорят специалисты, ее *дружественность*. Это означает, что в случае ошибки пользователя программа выдаст на экран сообщение, направленное на оказание помощи в выполнении поставленной задачи. Это может быть подсказка, наводящий вопрос, разъяснение противоречивости или иной ошибки в требованиях пользователя.

### Реакция на ошибки пользователя

При вычислении площади треугольника в нашей программе была предусмотрена реакция на ошибки пользователя (отрицательные или несовместные длины сторон). Эта реакция была по современным понятиям недостаточно дружественная. В лучших образцах программ вместо сообщения ТРЕУГОЛЬНИКА С ТАКИМИ СТОРОНАМИ НЕ БЫВАЕТ на экран выдаются тексты вида:



ВЕРОЯТНО, ВЫ ОШИБЛИСЬ.  
НА ПЛОСКОСТИ НЕВОЗМОЖНО ПОСТРОИТЬ  
ТРЕУГОЛЬНИК СО СТОРОНАМИ, ИМЕЮЩИМИ  
ДЛИНЫ 1, 1, 100. ПОПЫТАЙТЕСЬ ИЗМЕНИТЬ  
ЗНАЧЕНИЯ ДЛИН СТОРОН.

Другой пример дружественного поведения программы мы приводили при описании возможностей ЭВМ по обработке текстов (см. раздел «Компьютер — редактор»): пользователю, допустившему повторение одного и того же слова в пределах абзаца, подсказывается синоним, который содержится в заложенном в программу словаре.

Существуют программы, которые не только обнаруживают, но и исправляют ошибки. Например, при проектировании какого-то прибора инженер за дисплеем подбирает параметры его деталей и вводит приказ запомнить величину сопротивления 175 кОм. Тогда машина может ответить:

ВЕРОЯТНО, ВЫ ОШИБЛИСЬ.  
К СОЖАЛЕНИЮ, ИЗВЕСТНЫ ТОЛЬКО ДАННЫЕ  
О ВЫПУСКАЕМЫХ СОПРОТИВЛЕНИЯХ  
С НОМИНАЛАМИ 160 И 180 КИЛООМ.  
ПОПЫТАЙТЕСЬ ИЗМЕНИТЬ ЗНАЧЕНИЕ  
НОМИНАЛА СОПРОТИВЛЕНИЯ. ЕСЛИ ВАМ  
ПОДХОДИТ ЗНАЧЕНИЕ 180 КИЛООМ,  
НАЖМИТЕ «ВВОД».

Программа лишь предложила один из возможных вариантов взамен явно неосуществимого. Окончательное решение осталось за пользователем. Однако существуют программы, разработчики которых вынуждены были предусмотреть иной подход.

«Поеду туда, не знаю куда...»

Представим себе, что проектируется программа продажи билетов на все виды транспорта с произвольным числом пересадок. Кассир за пультом дисплея набирает название конечного пункта, необходимую дату и время прибытия на место или дату отъезда, если она известна, и компью-

тер формирует нужный маршрут самолетом, поездом, междугородным автобусом.

...Некий молодой человек из Орла хочет попасть в город Синегорск Лукоморской области. Географию он в школе учил плохо, знает лишь, что область эта — где-то в Сибири, а каким транспортом туда добираться — понятия не имеет. Однако его армейский друг указал в своем приглашении на свадьбу дату 17 марта 1990 года. И кассир вводит со своего дисплея запрос на прибытие в Синегорск Лукоморской области не позднее 11 часов утра 17 марта (рис. 34):

СИНЕГОРСК ЛУКОМОРСКОЙ ПРИБ 1100М 17 МАР

Рис. 34

Умная программа, просмотрев данные о видах транспорта, прибывающих в нужный город, выясняет, что туда ходит только электричка из областного центра. Последний поезд, прибывающий до 11 час (в 10.32), отправляется из Лукоморска в 8 час 16 мин. Чтобы попасть на эту электричку, можно воспользоваться самолетом Москва — Лукоморск, отлетающим из Москвы накануне, в 22.10, и прибывающим в 6.30 по местному времени, отличающемуся от московского на 4 часа\*. А к самолету можно добраться поездом Орел — Москва, данные об отправлении и прибытии которого тоже заложены в машину. На дисплее кассира (и на дублирующем экране, видимом клиенту) может появиться, например, текст, изображенный на рис. 35.

Ознакомившись с предложенным маршрутом, клиент будет долго размышлять, особенно если раньше не представлял себе, как будет добираться до места. Размышляя, он может заинтересоваться ценой купейного и мягкого места на поезд, общей стоимостью поездки, сообщением от Курского вокзала в столице до аэропорта Внуково и т. д. Стоит ли заставлять кассира бездействовать все это время? Не лучше ли предоставить ввод первоначального запроса самому клиенту? Ввести с клавиатуры

---

\* Программа учтет и это, хотя разница в часовых поясах могла и не быть известной будущему пассажиру. Кассир, не переспрашивая клиента, понимает, что ему надо быть на месте в 11.00 по местному времени, и поэтому набирает букву «М» после «1100» в запросе.

Принят заказ на маршрут из города Орел до города Синегорск Лукоморской области с прибытием на место не позже 11 часов 00 минут по МЕСТНОМУ времени (т.е. 07.00 по московскому времени) 17 марта 1990 года. Один пассажир взрослый, льготы на оплату проезда не заявлены.

**ПРЕДЛАГАЕТСЯ:**

1. Поезд № 124, отправление из Орла 10.25 16.03.90, прибытие в Москву (Курский вокзал) 18.20 16.03. Имеются купейные и мягкие места (укажите)
2. Самолет — рейс № 1235, отправление из Москвы (аэропорт Внуково) 22.10 16.03, прибытие в Лукоморск 02.30мск=06.30местн 17.03.
3. Электropоезд № 66017, отправление из Лукоморска 08.16местн 17.03, прибытие в Синегорск 10.32местн 17.03.90. Билет приобретается в Лукоморске

Рис. 35

туры дисплея, стоящего в отдельном зале, строку, показанную на рис. 34, может даже человек, не прошедший специальной подготовки. Получив предложение маршрута, он может размышлять хоть целый час. А затем сообщить машине, какое место выбирает, и получить отпечатанный на принтере талон с номером заказа. В течение, скажем, получаса ЭВМ будет «держатъ» зарезервированными по одному месту на указанные рейсы; если клиент раздумает и не использует свой талон, через полчаса бронь автоматически снимется. А если талон будет предъявлен в любую кассу в течение получаса, кассир получит деньги и выдаст билеты, отпечатанные компьютером за несколько секунд.

Подобная система, правда только для продажи билетов на поезд из Москвы, была уже в начале 1987 г. разработана специалистами Министерства путей сообщения.

Но вернемся к клиенту. Предположим, что он слаб не только в географии, но и в орфографии. Или, возможно, прогуливал в школе уроки информатики и не научился работать с клавиатурой. И название города Синегорск, куда он приглашен на свадьбу, наш герой набрал с ошибкой — **СИНИГОРСК**.

Программа, которая просто выдаст на экран сообщение, что город с таким названием ей, программе, неизвестен, будет явно неудовлетворительной. Во-первых, пользователь может просто не заметить своей ошибки и начать ругать машину, как незадачливый бизнесмен, пытавшийся поселить одного и того же клиента в разные штаты. Во-вторых, трудно ожидать от непрофессионала



уверенного владения клавиатурой. Даже осознав ошибку, не привыкший к клавишам человек может и во второй и даже в третий раз ошибиться на одну букву в том или другом месте.

Если программа спроектирована дружественной, то она может действовать следующим образом: выяснит, что города с указанным названием в ее памяти не значится; затем для каждого имеющегося названия города проверит, не отличается ли он от набранного в запросе всего одной буквой; найдя Синегорск, удовлетворяющий этому условию, может выдать тот же текст, что изображен на рис. 35, со следующим предисловием (рис. 36):

Набранный Вами СИНИГОРСК ЛУКОМОРСКОЙ области в перечне не значится. Возможно, вы имели в виду СИНЕГОРСК, маршрут предлагается ниже. Если Вас неправильно поняли, наберите, пожалуйста, запрос еще раз

Рис. 36

### Нужно ли исправлять ошибки пользователя?

Представим себе, что пользователь вводит информацию о составе лекарственного препарата, который компьютер должен автоматически синтезировать из заданных компонентов. Вместо СПИРТ ЭТИЛОВЫЙ пользователь по ошибке набрал СПИРТ ЕТИЛОВЫЙ. Такая ошибка вполне возможна, особенно, если в одном из советских НИИ работает болгарский ученый — ведь в болгарских словах буква «Э» не употребляется. Плохо спроектированная «дружественная» программа может решить, что при вводе просто пропущена буква и дистанционно открыть вентиль резервуара, где хранится СПИРТ МЕТИЛОВЫЙ. Пациентам, которые будут принимать лекарство, синтезированное с помощью такой «дружественной» программы, не позавидуешь.

Этот пример показывает, что дружественность программ должна иметь четкие границы, иначе автоматическое исправление ошибок превратится в медвежью услугу пользователю. Одно из свойств хороших программ состоит в том, что пользователь не должен при работе с ними удивляться, они не должны делать ничего неожиданного, так как эти неожиданности редко бывают приятными и полезными. В связи с этим интересны рекомен-

дации по проектированию программ ведения диалога [27, с. 207, 269], где автор вообще выступает против какого-либо очеловечивания вычислительных систем:

«Создание ЭВМ, ведущих себя как люди, напоминает попытки строить самолеты с машущими крыльями.

...Создавайте вычислительные системы, которые будут вести себя как инструменты... это означает избегать диалоговых систем, начинающихся с реплик ПРИВЕТ, Я БЕТСИ 307, НАЗОВИ СВОЕ ИМЯ. Не давайте человеческих имен или признаков программам и системам. Не приписывайте вычислительным системам свободы воли или поведения, напоминающего живое существо. Если что-то происходит неправильно, не обвиняйте в этом ЭВМ или программу. Помните, что инструменты не делают ошибок; они или отказывают, или ломаются».

### СКОЛЬКО ЯЗЫКОВ ЗНАЕТ ЭВМ!

Мы видели, сколь сложно запрограммировать для компьютера даже такие простые задачи, как нахождение площади треугольника (посильно обычному восьмикласснику) или подсчет числа вхождений данного слова в данный текст (справится даже аккуратный первоклассник). Такая сложность программ вызвана тем, что мы намеренно представили себе компьютер, вооруженный только очень узким набором возможностей — арифметикой и сравнением одиночных символов. Если для компьютера с такими возможностями пришлось бы создавать, например, программу резервирования мест на самолеты, то работа могла бы затянуться на века.

На протяжении короткой (несколько десятилетий) истории развития ЭВМ они непрерывно «умнели», с точки зрения тех программистов, которые создают программы для расчетов строительных конструкций, химических реакций, управления прокатными станами и исправления курса ракет. Таких программистов называют *прикладными*. Они создают ПС, решающие прикладные задачи, направленные на нужды реального пользователя.

Повышение «понятливости» ЭВМ в общении с прикладными программистами позволяет создавать программы, состоящие из более сложных приказов — значит, сами эти программы будут содержать значительно меньшее количество приказов. После того как один раз была составлена программа на языке простых приказов (например, для поиска заданного слова в тексте), в дальнейшем можно для выполнения тех же действий не повторять все эти приказы, а потребовать: **ВЫПОЛНИ ВСЕ ПРИКАЗЫ ПРОГРАММЫ «ПОИСК»**. Можно даже заставить машину выполнять те же действия при

вводе с дисплея единственного слова «ПОИСК». После этого оказывается, что мы имеем дело уже с более «умным» компьютером: он понимает не только приказы о выполнении арифметических операций или сравнении символов, но и приказ «ПОИСК», по которому выполняет просмотр сколь угодно длинного текста.

Важно понять, что более «умным» стал не тот же самый компьютер, а компьютер, снабженный программой «ПОИСК». Такие программы обычно называют системными. Их составляют системные программисты; для прикладных же программистов системные программы являются как бы составной частью компьютера. В обычный вычислительный центр компьютеры поставляются в комплекте с набором системных программ, который может содержать сотни миллионов отдельных приказов. Именно поэтому после ввода и «усвоения» машиной набора системных программ\* с ней можно общаться не только на языке элементарных приказов, которые только и понимает робот Петя, а на гораздо более удобных языках, с которыми работают прикладные программисты и пользователи.

Так сколько же языков знает ЭВМ?

Ответить на этот вопрос не так просто. Любой отдельно взятый компьютер после выпуска его с завода способен воспринимать приказы только на одном языке, называемом языком машинных команд. Фразы на этом языке состоят только из цифр, а выразительные возможности так же бедны, как у придуманного нами робота Пети. Но после первоначального ввода (загрузки) системных программ ЭВМ может воспринимать общение на очень сложных языках. Они будут «поняты» благодаря огромной работе, проделываемой компьютером над каждой вводимой в него человеком фразой — переводу с машинного языка на внутренний язык машинных команд. Иногда говорят, что компьютер понимает столько языков, сколько предусмотрели разработчики заложенных в него программ. Поэтому неверно было бы сказать, что с ЭВМ типа А можно общаться только на одном неудобном языке, а ЭВМ типа Б понимает вопросы на нескольких более удобных. Просто для ЭВМ типа Б разработан более мощный набор системных программ,

---

\* Этот процесс вместе с необходимой настройкой набора системных программ может занимать от нескольких секунд для персонального компьютера до нескольких недель для комплекса больших ЭВМ.



который и дает возможности вести с машиной (а на самом деле — с программой!) полезные диалоги.

Программистам приходится разговаривать с машиной на языках одного типа (*языках программирования*), с потребителями информационных услуг ЭВМ общается на специально разработанных *пользовательских языках*, а обслуживающий персонал ВЦ ведет диалоги с ЭВМ о ее физическом состоянии на *особом языке*, сформированном из нескольких десятков команд.

## Программист и компьютер

По библейским преданиям, после всемирного потопа люди пытались построить на месте нынешнего Вавилона «...город и башню до небес. Увидев это, бог Яхве сказал: «Вот один народ и один у всех язык... и не отступят они от того, что надумали делать. Сойдем же и смешаем язык их так, чтобы один не понимал речи другого»... и они перестали строить город».

Для написания программ используется не обычный (естественный, человеческий) язык, а специально разработанные *языки программирования*. Таких языков существует уже несколько тысяч. Дж. Фокс [7, с. 199] сообщает, что в одном из исследований было разобрано 2570 (!) различных возможностей или свойств, которые можно выделить в языках для разработки программ. Из-за большого количества используемых языков программирования при создании сложных систем обработки данных возникают серьезные трудности, подобные тем, которые помешали завершить строительство Вавилонской башни. Разрабатывались даже методы создания программ на естественном языке. Эти попытки ни к чему хорошему не привели, поскольку, как указывалось еще в 1972 г. в одном из журналов:

«Основная трудность в программировании состоит в том, чтобы решить, какое в точности действие будет правильным. Ввести его в язык программирования относительно просто. Это привело бы к мысли, что любой дурак может написать программу — а у нас достаточно работы по очистке засоренных программ уже теперь» (цитируется по [27, с. 106]).

Даже обращаясь к роботу Пете на обычном русском языке, оказалось довольно трудно объяснить в терминах однозначных операций, что, собственно, мы хотим от человека или от компьютера, когда поручаем ему (человеку или компьютеру) вычислить площадь треугольника. По-

этому ни возможность писать программы на естественном языке, ни безупречное владение любыми языками программирования не поможет создать качественную программу, если ее автор или авторы недостаточно четко представляют себе, какая именно последовательность строго определенных операций требуется от ЭВМ. Заказчики сложных компьютерных систем не должны надеяться, что знание языков программирования программистами, составляющими программы по их заказам, компенсирует их собственное неполное понимание задачи. Некорректно сформулированную задачу, способ решения которой не может быть четко определен, не удастся запрограммировать ни на каком языке.

В качестве примера приведем попытку автоматизации производственного процесса на нефтеочистительных заводах компании Еххон, на которой фирма IBM потеряла более 10 млн. долларов. Один из специалистов IBM, пытавшийся составить алгоритм и программу для замены ручных действий компьютеризованным управлением сложными процессами переработки нефти, спросил инженера компании Еххон, каким образом он узнает, когда надо нажать на рычаг. «Очень просто, — ответил тот. — Я опускаю палец в струю и пробую на вкус» [7, с. 100]. Понятно, что программистам в этом проекте приступать к работе было бессмысленно, независимо от того, какими языками они пользовались при разработке программ.

Вероятно, профессиональные программисты всегда будут пользоваться специально созданными языками. Естественный же язык или язык, приближенный к естественному, должен стать инструментом пользователей, получающих от ЭВМ ответы на свои вопросы.

### Пользователь и компьютер

Профессор Нью-Йорского университета Б. Шнейдерман [27] делит пользователей на четыре категории в зависимости от того, насколько хорошо они осведомлены о форме и содержании диалогов, которые можно вести с вычислительной системой.

1. Наивные пользователи, не знающие ни правил обращения к ЭВМ, ни того, о чем с ней можно беседовать.
2. Новички, изучившие способы формулирования воп-

росов, но не знающие, на какие из них система способна отвечать.

3. Редко пользующиеся компьютером специалисты из разных областей, хорошо владеющие своей предметной областью, но затрудняющиеся в формулировании вопросов на незнакомом языке.

4. Постоянные пользователи, профессионалы.

Только третья из этих групп получит выгоды от возможности использования естественного (или близкого к естественному) языка при общении с ЭВМ. Это как раз самая большая группа, поскольку непрограммистов все-таки больше, чем программистов (последних в СССР к началу 1987 г. было около 300 тыс.). Поэтому системы, ведущие диалог с использованием естественного языка, уже работают и число их постоянно возрастает. Приведем в качестве примера весьма впечатляющий диалог между человеком и программой, управляющей роботом типа «глаз — рука». Робот, «глаз» которого способен различать цвет и форму предметов, находится у стола, на котором расположены несколько разноцветных брусков и пирамид. (Диалог цитируется по [27, с. 200].)

Человек: подними красный брусок.

ЭВМ: ПОНЯЛА

Человек: найди брусок, который выше того, который ты держишь, и положи его в коробку.

ЭВМ: ПОД «ЕГО», КАК Я СЧИТАЮ, ПОДРАЗУМЕВАЕТСЯ БРУСОК, КОТОРЫЙ ВЫШЕ ТОГО, ЧТО Я ДЕРЖУ, ПОНЯЛА

Человек: что лежит в коробке?

ЭВМ: СИНЯЯ ПИРАМИДА И СИННИЙ БРУСОК

Человек: что поддерживает эту пирамиду?

ЭВМ: КОРОБКА

Человек: сколько брусков находится вне коробки?

ЭВМ: ЧЕТЫРЕ БРУСКА

Человек: не будет ли хотя бы один из них уже, чем тот, который я приказывал поднять?

ЭВМ: ДА, ЭТО КРАСНЫЙ КУБ

Человек: есть у него опора?

ЭВМ: ДА, СТОЛ

Человек: может ли стол поднять бруски?

ЭВМ: НЕТ

Человек: может ли брусок поддерживать пирамиду?

ЭВМ: ДА

Человек: может ли пирамида поддерживать пирамиду?

ЭВМ: НЕ ЗНАЮ

Естественный язык использовала также система, дающая ответы на вопросы об образцах лунного грунта. Вот примеры нескольких вопросов, на которые система успешно ответила:



Дайте средние данные на присутствие самария в камнях типа А.

Какие образцы содержат хром?

Дайте результаты определения европия в образцах, содержащих лантаниды.

Эта система не вела уточняющего диалога, подобного предыдущему. Она просто отказывалась отвечать на вопросы, которых не понимала. В течение полутора часов группа аспирантов, специализирующихся по обработке информации, задавала системе вопросы и получила только два отказа. А аспирантам-психологам из каждых семи вопросов удавалось получить ответ лишь на один. Разница в этих результатах подчеркивает важность предварительной подготовки пользователей для работы с естественными языками.

### Оператор и компьютер

Слово *оператор* в отечественной литературе по информатике перегружено значениями. Так называют и кассира в системе «Экспресс», и специалиста, управляющего вычислительным процессом в машинном зале ВЦ, и расчетчика, сидящего перед дисплеем в бухгалтерии предприятия, и инженера, ремонтирующего отдельные узлы ЭВМ, и инспектора по кадрам, который также за дисплеем просматривает и корректирует данные о сотрудниках. Общим у всех пяти упомянутых операторов является служебная подчиненная направленность их деятельности по отношению к потребностям конечного пользователя. Пользователь о них не должен думать; они просто обеспечивают обработку нужных ему данных: обеспечивают билет на поезд, исправность ЭВМ, расчет зарплаты... Все эти операторы — профессионалы, общение с ЭВМ — основа их профессиональной деятельности, и поэтому они вправе рассчитывать на разработку для их нужд специальных, особо удобных для них способов общения с компьютером.

### ИДЕАЛЬНЫЕ ПРОГРАММЫ И РЕАЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

В первой части книги мы разбирали причины, по которым ЭВМ могут давать неверные результаты. Среди них указывались *сбои* и *отказы* оборудования. Сбои — это временные самоустраняющиеся при повторении операции ошибки, а отказы — постоянные неисправности, устраня-

емые только после специального ремонта или замены отказавшего элемента.

Мечта всех программистов и пользователей ЭВМ — оборудование, которое работает всегда и всегда работает правильно. К сожалению, такого оборудования не существует.

Процессор (блок ЭВМ, который выполняет отдельные операции над числами или над символами) может внезапно прекратить работу. Или, что гораздо хуже, продолжать работать, порождая неверные результаты.

В любом блоке памяти, где хранятся миллиарды знаков накопленной информации, часть этой информации может в любой момент стереться. Или, что намного серьезнее, исказиться.

Выходное устройство (принтер, дисплей и т. п.) может в любой момент отказаться выдать информацию из машинной памяти. Или, что еще хуже, выдать на экран или напечатать искаженные данные.

Хорошая программа — единственный способ сосуществования с реальным оборудованием. Можно отметить следующие свойства устойчивых к сбоям программ:

1. **НЕПРИХОТЛИВОСТЬ**, т. е. способность работать на не вполне исправном оборудовании до тех пор, пока оно не сломалось до такой степени, что стало понятно, как его чинить. Специалисты всегда помнят, что перевести реальное устройство из хорошего состояния в отличное неизмеримо труднее, чем из плохого в удовлетворительное.
2. **БЕЗОПАСНОСТЬ**, т. е. способность при любом сбое или отказе оборудования не произвести во внешней среде необратимых изменений. Например, безопасная программа, ответственная за посадку аппарата на Луну, постарается хоть криво и не туда, куда хотелось бы, но все же аппарат посадить.
3. **ЭКОНОМНОСТЬ**, т. е. способность выполнить поставленную задачу даже при отсутствии (выходе из строя) некоторых блоков аппаратуры.
4. **САМОКОНТРОЛЬ**, т. е. свойство, позволяющее отсекал неверные данные до выдачи их в качестве результатов. При работе программ с самоконтролем даже на неисправном оборудовании можно не получить никаких результатов, но неверных результатов получить нельзя.

Этот список можно продолжать неопределенно долго, поскольку совершенствование оборудования имеет границы, а возможности улучшения программ беспредельны. Нельзя (при нынешнем технологическом уровне) построить запоминающее устройство (ЗУ), которое, переписывая текст всех книг, содержащихся в Библиотеке им. В. И. Ленина, ошиблось бы не более чем на один знак. Но можно разработать такую программу проверки

каждого обращения к ЗУ, которая в случае ошибок автоматически повторит считывание информации, а если и это не поможет, восстановит «нечитающуюся» страницу памяти по соседним данным подобно тому, как криминалисты восстанавливают текст с вырванной страницы записной книжки, анализируя вмятины от карандаша, оставленные на следующем листке. Такие программы давно разработаны и являются неотъемлемой частью каждой сложной программной системы.

Опыт и знания сотен тысяч программистов, заложенные в созданные ими программы, обеспечивают надежную работу компьютеров. Программы, защищающие нас от сбоев и отказов оборудования, чрезвычайно сложны и будут в дальнейшем становиться еще сложнее. Но именно эта сложность, составляющая их силу, делает все более истинным утверждение: *в неверных результатах, получаемых от ЭВМ, виноваты обычно люди.*

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

— Вот мы и закончили работу над рукописью, — заметил один из авторов. — Весь текст хранится теперь в памяти компьютера; можно выводить на печать. Мне кажется только, — добавил он с улыбкой, — что уж слишком часто мы употребляем вводное слово «скажем»...

— Ну, скажем, в разделе «Алгоритм и программа», — подхватил второй автор и прочитал: «Выполнить эти действия, скажем, за час-полтора может любой аккуратный пятиклассник» (с. 39).

— Вот именно. Сейчас проверим.

Компьютеру была дана команда: показать на экране последовательно каждое место текста, содержащее «скажем». Нажата клавиша ПУСК и на экране появилось двадцать строк. Средняя, более ярко высвеченная строчка, содержала заданное слово. Следующее нажатие клавиши — новый кусок текста с тем же словом, еще нажатие... Таких мест в книге оказалось 34; чтобы найти их и прочитать, понадобилось минуты три\*.

— В самом деле, многовато, — согласился второй автор и стал вновь просматривать строки со злополучным словом. — Ну вот, в шести местах удалось убрать

---

\* Интересно, сколько времени понадобится, чтобы подсчитать все «скажем» в этой книге без помощи ЭВМ?



это слово, — объявил он минут через десять. — Теперь во всей книге осталось только 28 «скажем». Включай печать.

За полтора часа вся рукопись была отпечатана без единой пометки\*. Вместе с текстом автоматически напечатались ссылки на литературу, перечень иллюстраций, перечень сокращений, алфавитный указатель терминов и понятий, а также оглавление книги. Все эти дополнительные страницы были сформированы компьютером без нашего участия.

На следующий день мы просмотрели текст заново. Ошибок не нашли, а опечаток быть не могло. Отпечатали второй экземпляр, просматривать который не требовалось, вставили шариковой ручкой несколько формул и отправились в редакцию. Если редактор сочтет нужным — уберет «скажем» еще, скажем, в трех-четырёх местах...

### Список литературы

1. «Московская правда», 1985, 16 ноября.
2. Громов Г. Р. Профессиональные приложения персональных ЭВМ. — Микропроцессорные средства и системы. 1985. № 3.
3. Фройденталь Г. Математика в науке и вокруг нас: Пер. с нем. — М.: Мир, 1977.
4. Егоров Б. Ангел в командировке. — М.: Советский писатель, 1973.
5. Наука и техника против человека. — М.: Мысль, 1985.
6. Скотт А. Возможно ли создание «думающих» машин? — «За рубежом», 1986, № 17.
7. Фокс Дж. Программное обеспечение и его разработка: Пер. с англ. — М.: Мир, 1985.
8. Лин Герберт. Разработка программного обеспечения для системы противоракетной обороны. — «В мире науки», 1986, № 2.
9. Керниган Б., Плотджер Ф. Элементы стиля программирования: Пер. с англ. — М.: Радио и связь, 1984.
10. «Советская Россия», 1986, 15 марта.
11. Вейценбаум Дж. Возможности вычислительных машин и человеческий разум. От суждений к вычислениям: Пер. с англ. — М.: Радио и связь, 1982.
12. Новая информационная технология. «Знание — сила», 1986, № 2.
13. Мак-Айвор Р. Электронные кредитные карточки. — «В мире науки», 1986, № 1.

---

\* Параллельно ЭВМ занимались еще и другими делами: собственно печать требовала менее 1% ее «внимания».

14. Труд, 1986, 3 января.
15. Ланкастер Ф. У. Информационно-поисковые системы: Пер. с англ. — М.: Мир, 1972.
16. Кочетков Г. Б. Автоматизация конторского труда в США. Теория и практика «офиса будущего». — М.: Наука, 1985.
17. Наумов Л. Б. Нажмите кнопку, коллега! — Ташкент: Медицина, 1972.
18. Виноградов В. Помогает врачу. — Правда, 1986, 19 января.
19. Чуковский К. И. Собрание сочинений. Т. 3. — М.: Художественная литература, 1966.
20. Дьюдни А. К. О том, когда игру можно считать работой, и о неопасных терминальных болезнях. — «В мире науки», 1985, № 11.
21. Кольман Э. История математики в древности. — М.: Физматгиз, 1961.
22. Неделя, 1986, № 14.
23. Мартин Дж. Телесвязь и ЭВМ: Пер. с англ. — М.: Машиностроение, 1981.
24. Кирсанов Б. С., Попов Э. В. Экспертные системы. Состояние и перспективы. — В сб.: Экспертные системы. — М.: Моск. Дом науч.-техн. пропаганды им. Ф. Э. Дзержинского, 1986.
25. Громов Г. Р. Национальные информационные ресурсы. Проблемы промышленной эксплуатации. — М.: Наука, 1984.
26. Маерс Г. Надежность программного обеспечения. — М.: Мир, 1980.
27. Шнейдерман Б. Психология программирования. Человеческие факторы в вычислительных информационных системах. — М.: Радио и связь, 1984.

# Содержание

Введение . . . . .	3
<b>Часть I. Компьютер производит вычисления . . . . .</b>	<b>7</b>
Как общаются с компьютером? . . . . .	7
Память компьютера . . . . .	12
Компьютер дает ответ . . . . .	12
Что такое «черный ящик»? . . . . .	15
Как реализуют алгоритмы? . . . . .	16
Компьютер или счеты? . . . . .	22
Все ли может математика? . . . . .	23
В огороде — бузина, а в Киеве — дядька . . . . .	24
А мне-то зачем компьютер? . . . . .	25
Персональные компьютеры наступают . . . . .	26
Здравый смысл и дотошный компьютер . . . . .	28
Компьютер, действительно, слишком дотошен . . . . .	30
Счет на 00.00 долларов . . . . .	33
Бесхозяйственность в «плановом» хозяйстве . . . . .	33
ЭВМ направляет бухгалтера . . . . .	35
Издержки компьютеризации . . . . .	37
Алгоритм и программа . . . . .	39
Поставим на всякий случай штук десять . . . . .	40
Всегда ли компьютер полезен? . . . . .	43
Может ли компьютер ошибаться? . . . . .	43
Компьютер-обманщик и компьютер-спаситель . . . . .	46
Всегда ли компьютер нужен? . . . . .	50
<b>Часть II. Компьютер осуществляет поиск . . . . .</b>	<b>56</b>
Что такое искусственный интеллект? . . . . .	56
ИПС «КАДРЫ» . . . . .	58
Компьютер — это не только арифметика . . . . .	61
ЭВМ устанавливает очередь на холодильники . . . . .	62
Компьютер для билетных кассиров . . . . .	64
Компьютер и Меркурий . . . . .	69
Модель № 47 . . . . .	77
Компьютер в Мострансагентстве . . . . .	80
Компьютер и комиссар Мегрэ . . . . .	83
Грабёж с электронной отмычкой . . . . .	87
Текст готовит компьютер . . . . .	88
Компьютер-редактор . . . . .	90
Компьютер и деловая переписка . . . . .	90
Компьютер в белом халате . . . . .	97
Компьютер помогает вести прием больных . . . . .	98
Компьютер подсказывает диагноз . . . . .	98
Компьютер ведет профосмотр . . . . .	99



Компьютер дежурит в палате . . . . .	102
ЭВМ в истории, литературе и искусстве . . . . .	103
ЭВМ — переводчик . . . . .	105
Кавиль — юный бог кукурузы . . . . .	106
Компьютер — партнер в игре . . . . .	107
Компьютер в учебном процессе . . . . .	108
Что такое талисман? . . . . .	112
ЭВМ и распознавание образов . . . . .	115
ЭВМ и средства связи . . . . .	120
Музыка из нулей и единиц . . . . .	124
Электронная почта и телеконференции . . . . .	129

### **Часть III. Компьютер и автомобиль . . . . . 131**

Компьютер в автомобиле будущего . . . . .	131
Компьютерный комфорт в автомобиле . . . . .	134
Компьютер в производстве . . . . .	138
На завод надо пройти . . . . .	138
Из чего производят продукцию? . . . . .	140
Основное производство . . . . .	142
Семь раз отмерь... . . . .	144
Дважды два — десять . . . . .	145
На работе не только работают . . . . .	148
На станции автообслуживания . . . . .	149
Компьютер позволяет работать на дому . . . . .	154
Первые опыты . . . . .	155
Создание технических условий для работы на дому . . . . .	156
За и против . . . . .	157
Социальный риск и изоляция от коллектива . . . . .	158

### **Часть IV. Программные средства . . . . . 161**

Кастрюля и ее содержимое . . . . .	161
Инструктируем Петю . . . . .	162
Вычисление площади треугольника . . . . .	163
Ошибки в работающей программе . . . . .	166
Каждую программу можно сделать короче . . . . .	167
Каждую программу можно сделать надежнее . . . . .	168
Подсчет повторов . . . . .	171
Что такое правильная программа . . . . .	172
Кто должен разрабатывать программные средства? . . . . .	173
Программирующие дилетанты . . . . .	175
Дружественный диалог и медвежьи услуги . . . . .	176
Реакция на ошибки пользователя . . . . .	176
«Поеду туда, не знаю куда...» . . . . .	177
Нужно ли исправлять ошибки пользователя? . . . . .	180
Сколько языков знает ЭВМ? . . . . .	181
Программист и компьютер . . . . .	183
Пользователь и компьютер . . . . .	184
Оператор и компьютер . . . . .	186
Идеальные программы и реальное оборудование . . . . .	186
Заключение . . . . .	188
Список литературы . . . . .	189



1 p.







THE HISTORY OF THE UNITED STATES OF AMERICA